

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LA CONTRATACIÓN DEL SUMINISTRO DE SEIS UNIDADES DE MATERIAL MÓVIL PARA EL TRANVÍA DE ALCALÁ DE GUADAÍRA.

N.º EXPEDIENTE: 2021-868737



ÍNDICE

1. OBJETO
2. ANTECEDENTES
3. ALCANCE, FASES Y PLAZOS
 - 3.1. Alcance
 - 3.2. Fases y planificación
 - 3.3. Plazos
4. EQUIPO TÉCNICO REQUERIDO
5. CONDICIONANTES PARA EL DISEÑO
 - 5.1. Condiciones de circulación
 - 5.2. Condiciones climatológicas
 - 5.3. Características de la vía, desvíos y andenes
 - 5.3.1. Vías
 - 5.3.2. Desvíos
 - 5.3.3. Andenes
 - 5.4. Características de la catenaria
 - 5.5. Características de los sistemas asociados y equipos embarcados
 - 5.5.1. Comunicaciones por radio
 - 5.5.2. Señalización viaria
 - 5.5.3. Señalización ferroviaria
 - 5.5.4. Sistema de Ayuda a la Explotación (SAE)
 - 5.5.5. Sistema de Información a los viajeros (SIV)
 - 5.5.6. Billetaje
 - 5.5.7. Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)
 - 5.5.8. WiFi
 - 5.6. Condiciones ordinarias y extraordinarias de circulación
 - 5.7. Sistema de ahorro de energía
 - 5.8. Normativa aplicable
6. CAPACIDADES Y PRESTACIONES



INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 1 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	



- 6.1. Capacidad de transporte
 - 6.1.1. Tamaño del sistema tranviario y dimensiones (gálibos)
 - 6.1.2. Plazas y tasa de confort
 - 6.1.3. Composición (unidad simple o múltiple)
- 6.2. Prestaciones y características del vehículo
 - 6.2.1. Prestaciones en modo normal
 - 6.2.2. Prestaciones en modo degradado
 - 6.2.3. Ahorro de energía (Energy saver)
 - 6.2.4. Pesos y cargas máximas por eje
 - 6.2.5. Vida útil
 - 6.2.6. Compatibilidad electromagnética (EMC)
- 7. CONDICIONES DE EXPLOTACIÓN
 - 7.1. Principios de explotación
 - 7.1.1. Elementos de seguridad en la circulación
 - 7.1.2. Activación de cabina
 - 7.1.3. Reversibilidad
 - 7.1.4. Condiciones de explotación
 - 7.2. Modos de conducción
 - 7.2.1. Conducción en modo normal
 - 7.2.2. Conducción de maniobra
 - 7.2.3. Acoplamiento y remolque
 - 7.2.4. Explotación en modo degradado
 - 7.3. Funcionamiento de puertas
 - 7.3.1. Servicio normal de las puertas
 - 7.3.2. Servicio degradado de las puertas
 - 7.4. Cabina de conducción
 - 7.4.1. Ergonomía y confort
 - 7.4.2. Visibilidad
 - 7.4.3. Mandos y controles a disposición del conductor
 - 7.4.4. Interface con los viajeros
- 8. TRANSPORTE DE LOS VIAJEROS
 - 8.1. Accesibilidad
 - 8.1.1. Accesibilidad de los viajeros
 - 8.1.2. Accesibilidad del conductor
 - 8.2. Habitabilidad
 - 8.2.1. Acondicionamiento del vehículo
 - 8.2.2. Asientos, apoyos y barras
 - 8.2.3. Ventanas
 - 8.2.4. Revestimientos
 - 8.3. Confort

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 2 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

- 8.3.1. Confort dinámico
- 8.3.2. Confort acústico
- 8.3.3. Confort visual
- 8.3.4. Confort climático
- 8.3.5. Olores y tactos
- 8.4. Información y comunicaciones
 - 8.4.1. Sistemas de comunicación del sistema tranviario
 - 8.4.2. Información a los viajeros
 - 8.4.3. Supervisión por CCTV
 - 8.4.4. Publicidad
 - 8.4.5. Información destinada a los agentes de explotación
- 9. FIABILIDAD, DISPONIBILIDAD, MANTENIBILIDAD Y SEGURIDAD (FDMS)
 - 9.1. Fiabilidad
 - 9.1.1. Definiciones
 - 9.1.2. Objetivos de fiabilidad. Flota
 - 9.1.3. Objetivos de fiabilidad. Unidades
 - 9.1.4. Objetivos de fiabilidad. Grupos funcionales
 - 9.1.5. Averías sistemáticas
 - 9.2. Mantenibilidad
 - 9.2.1. Tipos de mantenimiento
 - 9.2.2. Exigencias de mantenibilidad
 - 9.2.3. Objetivos para el mantenimiento corriente
 - 9.2.4. Objetivos para el mantenimiento preventivo
 - 9.2.5. Objetivos para el mantenimiento correctivo
 - 9.2.6. Plan de mantenimiento
 - 9.3. Disponibilidad
 - 9.3.1. Valores objetivo de disponibilidad
 - 9.3.2. Condiciones de cálculo
 - 9.4. Seguridad
 - 9.4.1. Seguridad activa
 - 9.4.2. Seguridad pasiva
 - 9.5. Control y seguimiento de los objetivos FDMS
 - 9.5.1. Periodo de puesta a punto
 - 9.5.2. Periodo de pruebas
 - 9.5.3. Periodo de consolidación
 - 9.5.4. Periodo de operación
- 10. ASPECTOS ESTÉTICOS
 - 10.1. Propuesta a presentar los Licitadores
 - 10.2. Propuesta presentada por el Adquiriente
 - 10.3. Maquetas y Muestras

10.4. Inclusión en el alcance

11. EQUIPOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS. BOGIES

- 11.1. Protección contra sobretensiones
- 11.2. Protección contra sobreintensidades
- 11.3. Captación de corriente a través de la Línea Aérea de Contacto (LAC o catenaria)
- 11.4. Retorno de corriente y puesta a tierra
- 11.5. Pararrayos
- 11.6. Disyuntor general
- 11.7. Filtros de entrada
- 11.8. Protección contra tensión nula
- 11.9. Inversores de tracción
- 11.10. Motores de tracción
- 11.11. Convertidores estáticos auxiliares
- 11.12. Motores auxiliares
- 11.13. Información de velocidad
- 11.14. Lazos de seguridad
- 11.15. Aparellaje eléctrico y electrónico
- 11.16. Cableados, canalizaciones y soportes
- 11.17. Bogies

12. SISTEMAS EMBARCADOS AUXILIARES

- 12.1. Autodiagnóstico y registro de averías
- 12.2. Sistema antideslizante/antibloqueo
- 12.3. Odometría
- 12.4. Equipos de arenado
- 12.5. Equipos de engrase de pestaña
- 12.6. Caja negra
 - 12.6.1. Equipo embarcado
 - 12.6.2. Equipo de transferencia y análisis de datos
- 12.7. Caja negra de CCTV

13. INSTALACIÓN NEUMÁTICA/HIDRÁULICA

- 13.1. Características
- 13.2. Instalaciones de tuberías
- 13.3. Limpieza y manipulación de tuberías

14. PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN

15. INTERFACES DEL MATERIAL MÓVIL

- 15.1. Subsistema de Señalización Viaria
- 15.2. Subsistema de Señalización Ferroviaria

- 15.2.1. Mando embarcado de agujas
 - 15.2.2. Sistema de control de velocidad (FAP)
 - 15.3. Equipo de Radiocomunicaciones TETRA
 - 15.4. Sistema de Ayuda a la Explotación (SAE)
 - 15.5. Sistema de Información al Viajero (SIV)
 - 15.6. Billetaje
 - 15.7. CCTV embarcado
 - 15.8. Comunicaciones WiFi
 - 15.9. Sistema de conteo de viajeros
 - 15.10. Sistema de Energía
 - 15.11. Sistema de Catenaria
 - 15.12. Sistema de plataforma
 - 15.13. Talleres y Cocheras
 - 15.14. Compatibilidad Electromagnética
 - 15.15. Resumen Interfaces del material móvil
16. INSPECCIÓN DE LOS TRABAJOS
- 16.1. Generalidades
 - 16.2. Inspecciones
 - 16.3. Defectos de calidades, procesos o prestaciones no conformes
 - 16.4. Rechazo y aceptación de partes, materiales y equipos
 - 16.5. Certificados de los materiales y entrega de los mismos
17. PRUEBAS Y RECEPCIÓN
- 17.1. Lista de pruebas
 - 17.2. Pruebas durante el acopio de materiales
 - 17.3. Pruebas en la fase de producción
 - 17.4. FAT finales
 - 17.5. Entrega Inicial
 - 17.5.1. Protocolos de Entrega Inicial
 - 17.5.2. Pruebas in situ (SAT)
 - 17.5.3. Efectos de la Entrega Inicial
 - 17.5.4. Documentos para la Administración
 - 17.6. Recepción definitiva
 - 17.7. Recepción de piezas de parque y recambios
18. FORMACIÓN DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO POR EL ADJUDICATARIO
- 18.1. Generalidades
 - 18.2. Tipos de formaciones
 - 18.2.1. Personal de explotación (conductores)
 - 18.2.2. Personal de mantenimiento
 - 18.3. Planning de formaciones

- 18.4. Programas de formación
- 18.5. Material didáctico
- 18.6. Idioma

19. PLANOS Y DOCUMENTACIÓN TÉCNICA A ENTREGAR

- 19.1. Datos y estudios exigidos en el pliego
- 19.2. Planos y documentos que formarán parte del proyecto definitivo de Material Móvil
 - 19.2.1. Documentación para las recepciones provisionales
 - 19.2.2. Documentos y planos del Proyecto Definitivo
 - 19.2.3. Planos. Condiciones de suministro
 - 19.2.4. Detalles solicitados en planos
- 19.3. Propiedad de los planos
- 19.4. Efectos de la aprobación de los planos
- 19.5. Documentación. Condiciones de suministro y documentos a entregar
 - 19.5.1. Especificaciones técnicas de los equipos y LCC
 - 19.5.2. Protocolos de pruebas e informes cumplimentados
 - 19.5.3. Manuales de conducción y mantenimiento
 - 19.5.4. Aplicaciones de mantenimiento, visualización y registro de parámetros del tren
 - 19.5.5. Propiedad de los documentos
 - 19.5.6. Efectos de la aprobación de los documentos

20. RECAMBIOS Y CONSUMIBLES A SUMINISTRAR

- 20.1. Lista de repuestos
- 20.2. Planos y detalles de los repuestos
- 20.3. Suministro de repuestos en el futuro
- 20.4. Precio de los repuestos
- 20.5. Periodo de garantía y repuestos
- 20.6. Modificaciones e impacto en repuestos
- 20.7. Recepción de repuestos
- 20.8. Plazo de entrega de los repuestos y garantía de los mismos

21. GARANTÍA

- 21.1. Plazo de garantía general
- 21.2. Origen de garantía
- 21.3. Obligaciones del adjudicatario durante el plazo de garantía
- 21.4. Ampliaciones del periodo de garantía
- 21.5. Garantías específicas
 - 21.5.1. Listado de equipos con garantías específicas
 - 21.5.2. Condiciones de aplicación
- 21.6. Defectos o anomalías no detectados en las recepciones

1. OBJETO

El objeto de este documento es especificar, de manera general, las características técnicas que deberán cumplir las unidades de material móvil tranviario de 5 módulos a suministrar al adquirente, para su explotación en la futura línea comercial del Tranvía de Alcalá.

El material móvil será puesto a disposición del adquirente en la cantidad y calidad suficiente para asegurar la correcta puesta en marcha del servicio comercial con todas las garantías, según apartado de alcance y plazos.

2. ANTECEDENTES

La Consejería de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía, a través de la Dirección General de Movilidad, está impulsando la finalización de las obras del Tranvía de Alcalá de Guadaíra, sistema de transporte público elegido en el corredor Sevilla-Alcalá de Guadaíra tras los diferentes procesos de planificación y estudios realizados entre finales de los años 90 del Siglo XX y primeros años del presente Siglo XXI, y proceder, tras diferentes vicisitudes que han condicionado y coartado la adecuada progresión de los trabajos, a su puesta en operación para beneficio de la población a la que prestaría servicio.

De los trabajos previos destacan los 3 proyectos de obra civil en los que se dividió la línea. Estos proyectos se redactaron en el año 2.007, y en la actualidad, la infraestructura y la superestructura (plataforma y vía) del sistema tranviario planificado y proyectado se encuentran ejecutadas, conformando un trazado con una longitud total de unos 12,5 km entre las estaciones de Pablo de Olavide, permitiendo conectar mediante un transbordo con la actualmente en explotación Línea 1 de Metro de Sevilla, y Montecarmelo, en el núcleo urbano de Alcalá de Guadaíra.

Por otra parte, en 2009 la por entonces Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía recibió los proyectos de construcción correspondientes a la electrificación, señalización y comunicaciones de toda la línea tranviaria, así como a unos nuevos talleres y cocheras, inicialmente proyectados con capacidad suficiente para dar cobertura al material móvil de la línea tranviaria a Alcalá de Guadaíra y al de la futura Línea 2 de Metro de Sevilla, por aquel entonces en fase de redacción de proyecto constructivo.

La ejecución de los obras correspondientes a dichos proyectos no pudieron ser licitadas por entonces por falta de financiación para poder concluir la obra civil, que se paralizó temporalmente, quedando los mismos con el devenir del tiempo en estado de obsolescencia por cambio normativo y reglamentario, además de por la aparición de nuevas necesidades y modificaciones en las configuraciones previstas inicialmente para este sistema tranviario identificadas por la actual Consejería de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio.

A todo lo anteriormente expuesto hay que sumar las nuevas directrices marcadas por la Unión Europea en cuanto a los requisitos a cumplir por los denominados “grandes proyectos” para recibir cofinanciación, relacionados principalmente con la justificación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. En este sentido la Dirección General de Movilidad de la actual Consejería de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio está trabajando desde 2017 para que esta actuación cuente con financiación europea que contribuya de manera positiva a la aceleración en la progresión de los trabajos pendientes para la finalización y puesta en servicio comercial de este sistema tranviario.

3. ALCANCE, FASES Y PLAZOS

3.1. Alcance.

El suministro al que se refiere el presente documento consta de seis (6) unidades de material móvil con las características definidas en el presente pliego. Asimismo se suministrará una maqueta fiel, escala 1:1, como se especifica en el apartado correspondiente, y las piezas de parque, repuesto y herramientas especiales necesarias para alcanzar los niveles de disponibilidad exigidos. Igualmente, formarán parte del alcance la formación al personal de explotación (conductores) y mantenimiento, así como el mantenimiento integral (predictivo, preventivo, correctivo, rescates en vía, etc.) para el conjunto de la flota durante un periodo de dos (2) años de garantía.

3.2. Fases y planificación.

Los hitos clave del proyecto serán:

- Firma del contrato.
- Finalización de cajas en blanco y bogies. Firma de las actas de terminación de dichos sistemas de cada unidad.
- Finalización de la fabricación y pruebas tipo y serie. Firma de las actas de salida de cada unidad.
- Pruebas de validación tipo y serie en vías (pruebas en blanco).
- Entrega Inicial de cada unidad.
- Inicio de servicio comercial.
- Recepción definitiva de cada unidad.

El adjudicatario preparará un planning inicial en el que se indicarán las fechas y el avance de la fabricación, pruebas y puesta en marcha. Dicho planning será entregado por el adjudicatario-en el plazo de 1 mes tras la firma del contrato y deberá actualizarse mensualmente.

3.3. Plazos.

El plazo total de ejecución estimado para este contrato es de CUARENTA Y OCHO (48) meses a partir de la fecha de firma del mismo. la fabricación y suministro de las unidades de material móvil será de VEINTICUATRO (24) meses a partir de la fecha de la firma del contrato. La pre-entrega en instalación designada por el adquirente de la primera de las unidades deberá realizarse no más tarde de DIECISÉIS (16) meses a contar desde la firma del contrato. La pre-entrega en instalación designada por el adquirente de las 5 unidades restantes, tras el mes 16, se realizará con una cadencia mínima de una unidad cada mes y máxima de dos unidades al mes, de tal forma que la totalidad de las unidades deben quedar pre-entregadas en instalación designada por el adquirente antes del mes VEINTIUNO (21). No se podrán pre-entregar dos unidades de manera simultánea.

Será condición indispensable para la realización de las pre-entregas que las unidades cuenten con la correspondiente acta de salida firmada.

Tras la pre-entrega y puesta en vía de la primera unidad se dispondrá un periodo máximo de OCHO (8) meses para la realización de las pruebas en vacío in situ (SAT) de todas las unidades. Transcurrido el cual y obtenidas las autorizaciones pertinentes se formalizará la entrega inicial de las unidades ya preparadas para el inicio de su operación comercial, completándose así los veinticuatro (24) meses de plazo estipulados para el suministro de las seis (6) unidades de material móvil.

La entrega y recepción de la maqueta deberá realizarse en un plazo máximo de seis (6) meses desde la firma del contrato.

La entrega de piezas de parque, repuestos y herramientas especiales necesarias para la operación y mantenimiento de la flota deberá quedar completada con la pre-entrega en instalación designada por el adquirente de la última de las unidades a suministrar.

Los precios de la oferta se referirán al precio de las unidades completamente fabricadas y probadas (FAT y SAT) y puestas en vía.

En cuanto a la formación del personal encargado de la conducción y el mantenimiento de las unidades, se preparará un Plan de Formación que deberá ser entregado para validación seis (6) meses antes de la pre-entrega de la primera unidad. El inicio de la formación tendrá lugar tres (3) meses antes de la pre-entrega de la primera unidad y se extenderá por un periodo máximo de seis (6) meses.

El precio ofertado incluirá también el mantenimiento integral (predictivo, preventivo, correctivo, rescates en vía, etc.) para el conjunto de la flota durante el periodo de dos (2) años de garantía mencionado en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares. Cualquier extensión de la garantía extenderá de igual forma este periodo de mantenimiento.

4. EQUIPO TÉCNICO REQUERIDO

Será obligación del adjudicatario presentar a la Dirección General de Movilidad el organigrama general del personal que éste empleará en el desarrollo del contrato, comprendiendo las fases de diseño, fabricación, pruebas, puesta en marcha y formación.

Se requerirá de un equipo de proyecto formado como mínimo por:

- Un/a (1) Responsable de Proyecto, Técnico Superior en Ingeniería Industrial con experiencia demostrable en proyectos de fabricación de material móvil ferroviario no inferior a 15 años.
- Un/a (1) Adjunto/a a Responsable de Proyecto, Técnico Superior en Ingeniería Industrial con experiencia demostrable en proyectos de fabricación de material móvil ferroviario no inferior a 12 años.
- Un/a (1) Responsable Técnico, Técnico Superior en Ingeniería Industrial con experiencia demostrable en proyectos de fabricación de material móvil y sistemas ferroviarios no inferior a 10 años (Sistemas de bogies y componentes mecánicos de rodadura).
- Un/a (1) Responsable Técnico, Técnico Superior en Ingeniería Industrial con experiencia demostrable en proyectos de fabricación de material móvil y sistemas ferroviarios no inferior a 10 años (Conjunto estructural del material móvil: caja y elementos interiores de acabado).
- Un/a (1) Responsable Técnico, Técnico Superior en Ingeniería Industrial con experiencia demostrable en proyectos de fabricación de material móvil y sistemas ferroviarios no inferior a 10 años (Sistemas eléctricos y de tracción, Sistema de climatización).
- Un/a (1) Responsable Técnico, Técnico Superior en Ingeniería de Telecomunicaciones con experiencia demostrable en proyectos de fabricación de material móvil y sistemas ferroviarios no inferior a 10 años (Sistemas embarcados de comunicación y control).
- Un/a (1) Responsable de Calidad, Técnico Superior en Ingeniería con experiencia demostrable en proyectos de fabricación de material móvil ferroviario no inferior a 15 años.
-

5. CONDICIONANTES PARA EL DISEÑO

En el presente apartado se definen los condicionantes propios del sistema tranviario, asociados a los elementos externos a las unidades a adquirir como pueden ser la infraestructura e instalaciones dispuestas para la circulación de las unidades o las condiciones ambientales, y que afectarán a las características y calidades de los componentes del material móvil a adquirir, y que deben de ser respetados por los Licitadores.

5.1. Condiciones de circulación.

Las unidades dispuestas deberán de poder llevar una operación comercial con pasajeros en la línea del Tranvía de Alcalá, con circulaciones previstas en el plan de operación y de forma continuada salvo con las paradas reglamentarias a establecer por los mantenimientos preceptivos, así como por aquellas operaciones extraordinarias que requieran de mayor continuidad de operación.

El vehículo circulará indistintamente en ambos sentidos de circulación por lo que dispondrá de dos cabinas equipadas con pupitres de conducción para permitir su conducción. De la misma manera, deberá contar con la duplicidad de aquellos sistemas que sean necesarios para la operación del sistema.

Además el vehículo podrá permitir ser remolcado (o empujado) por otra unidad sin presentar bloqueo y bajo el control de la unidad maestra, ya sea en condiciones de operación en doble composición o por necesidades de retirada de dicha unidad.

5.2. Condiciones climatológicas.

Para el diseño del sistema se tendrán en cuenta los datos siguientes:

Parámetro	Valores	Comentarios
Altitud	<100 m	Sevilla
Tª media anual	19,2 °C	Dimensionamiento climatización/ventilación y dimensionamiento de los equipos instalados en los locales cerrados: Tª máx / monolitos : 40°C Tª ambiente objetivo/sallas PCC y despachos depósito: 18°C < Tª < 22°C Tª máx objetivo / local técnico PCC: 25°C Tª máx objetivo / SST: 40°C
Tª máxima media anual	25,4	
Tª máxima media mes más caluroso	36,0	
Tª máxima absoluta	46,6°C (a la sombra)	
Tª mínima media anual	13,0°C	
Tª mínima media mes más frío	5,7°C	
Tª mínima absoluta	-5,5°C	
Humedad relativa media	59%	A tener en cuenta por el tratamiento contra la corrosión de las partes metálicas en exterior y para la impermeabilidad de los equipos en exterior.
Salinidad	Ambiente poco salino	A tener en cuenta por el tratamiento contra la corrosión de las partes metálicas en exterior y para la elección de los materiales y la impermeabilidad de los equipos en exterior.
Condiciones de precipitaciones sin degradación de prestación del sistema	40 mm/h	A tener en cuenta para el tratamiento contra la corrosión de las partes metálicas en exterior y para la impermeabilidad de los equipos en exterior.
Precipitaciones media anual	538,8 mm	A tener en cuenta para el drenaje de las instalaciones, obras y edificios (en particular los talleres).

Parámetro	Valores	Comentarios
Numero medio anual de días con precipitaciones \geq 1 mm	50	Nota: El tren se puede explotar hasta un nivel de agua de 100 mm. / cabeza del carril.
Días nevados por año (media)	0	A tener en cuenta por el tratamiento contra la corrosión de las partes metálicas en exterior y para la elección de los materiales y la impermeabilidad de los equipos en exterior.
Días de tormenta por año (media)	12	A tener en cuenta por el dimensionamiento y la concepción de los equipos de protección contra el rayo (LAC, líneas aéreas, puntos altos radio, edificios, SST, MR, ...)
Días de neblina por año (media)	24	A tener en cuenta por el tratamiento contra la corrosión de las partes metálicas en exterior y para la elección de los materiales y la impermeabilidad de los equipos en exterior.
Días de hielo por año (media)	0	A tener en cuenta por el tratamiento contra la corrosión de las partes metálicas en exterior y para la elección de los materiales y la impermeabilidad de los equipos en exterior.
Número medio anual de horas de sol	2918	A tener en cuenta para la elección de los materiales y de los colores de los equipos instalados en exterior.
Velocidad máxima viento sin degradación de prestación	80 km/h	A tener en cuenta por el dimensionamiento mecánico de las obras instaladas en exterior: obras hormigón, obras metálicas, puntos altos radio, LAC, postes, edificios...
Velocidad máxima viento	110 km/h	
Polución	BUENA 68 días ADMISIBLE 240 días. MALA 54 días. MUY MALA 3 días.	A tener en cuenta por la elección de los materiales y la impermeabilidad de los equipos en exterior.

El Licitador preverá en su producto las altas temperaturas que se pueden alcanzar en el material móvil, ya sea en zonas accesibles o cubiertas, debidos a los rayos del sol, a la circulación al aire libre, o a la reflexión de calor por carril y vía en placa, durante periodos de tiempo sostenidos.

Toda disipación por parte de equipamiento eléctrico o electrónico se realizará mediante ventilación natural, permitiéndose la ventilación forzada en aquellos elementos electromecánicos que así lo requieran. El diseño garantizará que ninguna parte del vehículo alcance los 70°C, y los equipos eléctricos y electrónicos deberán estar diseñados para poder soportar dichas solicitudes sin degradación.

De la misma manera dimensionará la climatización para preservar unas temperaturas interiores de confort, evitando el efecto de "shock térmico" a la entrada/salida de los vehículos.

Todos aquellos equipos que presenten influencias térmicas (motores, reductores, aire acondicionado...) usarán como base de cálculo la gama de temperaturas exteriores entre -5°C y +50°C.

El vehículo será un sistema modular, cuyos módulos podrán ser intercambiados o reemplazados en el futuro. De la misma manera debería permitir realizar unidades con longitudes superiores a las solicitadas en este caso.

Los módulos que componen la unidad, ya sea de forma individual o como conjunto, estarán preparados para largos periodos de tiempo a la intemperie, circulando o estacionados, siendo totalmente impermeables y soportando el resto de solicitudes ambientales sin corrosión, sin verse afectado el funcionamiento ni su apariencia. Tampoco será necesaria ninguna actuación externa para iniciar la marcha en el rango de temperaturas extremas definidas en los puntos anteriores.

Se tendrá en cuenta en el diseño que las unidades deberán poder ponerse en marcha después de un estacionamiento prolongado (una noche o más) con temperaturas que pudieran llegar a los -5°C, sin que ninguna de sus partes quede afectada, como por ejemplo las articulaciones del pantógrafo, mecanismos de apertura de puertas, ventanas, etc...

El licitador tomará también las medidas necesarias para que el entorno urbano, potencialmente contaminante, no dañe partes funcionales del sistema tranviario como rejillas de ventilación o similares.

5.3. Características de la vía, desvíos y andenes.

A continuación se describen las características de las vías, desvíos y andenes en los cuales deberá circular el material móvil ofertado. La siguiente descripción no es exhaustiva, sino que tiene por objeto perfilar las características básicas de las infraestructuras.

Es responsabilidad exclusiva del Adjudicatario asegurar la perfecta compatibilidad de su material móvil con la infraestructura que se ha ejecutado (vías del Adquirente), a través del estudio de la documentación pertinente relativa a la infraestructura, que le será entregada por la Dirección General de Movilidad de la Consejería de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio, así como a través de contactos con las Direcciones de Obra de los distintos contratos involucrados.

De manera no exhaustiva se listan los proyectos constructivos a tener en cuenta a fecha de esta licitación:

- Proyecto de construcción de la conexión de la Línea 1 del Metro de Sevilla con Alcalá de Guadaíra. Tramo I: Universidad Pablo de Olavide – Adufe. Subtramo I: Pablo de Olavide – Parque Tecnológico. T-MS6108/PPR0.
- Proyecto de construcción de la conexión de la Línea 1 del Metro de Sevilla con Alcalá de Guadaíra. Tramo I: Universidad Pablo de Olavide – Adufe. Subtramo II: Parque Tecnológico - Adufe. T-MS6108/PPR1.
- Proyecto de construcción de la conexión de la Línea 1 del Metro de Sevilla con Alcalá de Guadaíra. Tramo II: Adufe - Montecarmelo. T-MS6109/PPR0.
- Proyecto de construcción de la conexión de la Línea 1 del Metro de Sevilla con Alcalá de Guadaíra. Instalaciones de Electrificación, Señalización y Comunicaciones. Lote I: Proyecto de Energía. T-MS6110/PPR0.
- Proyecto de construcción de la conexión de la Línea 1 del Metro de Sevilla con Alcalá de Guadaíra. Instalaciones de Electrificación, Señalización y Comunicaciones. Lote II: Proyecto de Sistemas. T-MS6110/PPR0.
- Proyecto de construcción de la conexión de la Línea 1 del Metro de Sevilla con Alcalá de Guadaíra. Instalaciones de Electrificación, Señalización y Comunicaciones. Lote III: Proyecto de Talleres y Cocheras. T-MS6110/PPR0.

5.3.1. Vías

La puesta de vía se prevé del tipo siguiente:

- En el tramo de línea interurbano, una vía tipo losa continua, aislada, con traviesas de hormigón prefabricado embebidas con carriles UIC54.
- En el tramo de línea urbano, una vía tipo losa continua, aislada, con carril Ri60N
- En los talleres y cocheras, una vía tipo losa continua con carril embebido (o alguna con equivalentes o mejores prestaciones y rendimientos) sin aislamiento, con carriles de garganta Ri60N en zonas de tránsito tranviario e interiores, excepto para las vías con foso y ramales de acceso al recinto ferroviario donde será UIC54.

El ancho de la vía será de 1.435 mm. medido a -14 mm. de la cabeza del carril. El ancho de vía será igual en alineación recta que curva, cualquiera que sea el radio de la curva.

La puesta de vía respetará los siguientes valores de tolerancia:

PARÁMETRO	TOLERANCIA
Trazado Diferencia de alineación en planta en todos los puntos con el trazado teórico Variación	+/-2 mm 0,3 mm/m
Nivelación longitudinal Diferencia de nivelación en todos los puntos con el perfil teórico Variación	+/-2 mm 0,3 mm/m
Peralte (nivelación transversal) Diferencia en todos los puntos con el peralte teórico Variación	+/-2 mm 0,5 mm/m
Ancho de vía Diferencia en todos los puntos con el ancho teórico Variación	+/-2 mm 1 mm/m

A continuación se presenta una tabla con los valores de los parámetros de diseño de vía a los deberán estar adaptadas las unidades de material móvil a suministrar.

PARÁMETROS	VALORES
DISEÑO DEL ANDEN EN ESTACIONES Y PARADAS	
LAGUNA BORDE DE ANDEN-BORDE VEHÍCULO	Máximo 50 mm
ALTURA DEL ANDEN	300 mm
RADIO MÍNIMO EN PARADA	400 m
RAMPA MÁXIMA EN PARADA	2 mm/m máxima 20 mm/m excepcional
RADIO PARABÓLICO MÍNIMO EN PARADA	3.000 m
ANCHO DE ANDEN	3,50 m
LONGITUD DE ANDEN	65 m
TIPOLOGÍA ANDENES	Laterales, salvo problemas de inserción y terminales
DISEÑO DE LA VÍA	
VELOCIDAD MÁXIMA	70 km/h
ANCHO DE VÍA	1.435 mm
DISTANCIA ENTRE EJES EN VÍA GENERAL	3,50 m en tramo interurbano

PARÁMETROS	VALORES
	3,80 m en tramo urbano
ANCHURA DE LA PLATAFORMA	Variable entre 8 y 10 m
ACELERACIÓN TRANSVERSAL SIN COMPENSAR	0,65 m/s ²
VARIACIÓN DE ACCELERACIÓN SIN COMPENSAR	0,20 m/s ³ máximo
ACELERACIÓN VERTICAL	0,20 m/s ² máxima
RADIO MÍNIMO EN PLANTA	50 m en línea 20 m en talleres
RADIO MÍNIMO DE LOS ACUERDOS VERTICALES	En todo caso superior a 750 m, aunque dependerá de la aceleración vertical y la velocidad
COMBINACIÓN DE UNA PARÁBOLA VERTICAL Y DE UNA CURVA EN PLANTA	40 m ≤ R ≤ 70 m # Kv ≥ 3000 m 70 m ≤ R ≤ 200 m # Kv ≥ 1500 m
RAMPA MÁXIMA	60 ‰
RELACIÓN ENTRE DECLIVIDAD p Y RADIO R	p + 800/R ≤ 70‰
PERALTE MÁXIMO	150 mm
RAMPA DE PERALTE	2 mm/m máxima 3 mm/m excepcional
INSUFICIENCIA DE PERALTE	100 mm máximo
VARIACIÓN DE INSUFICIENCIA DE PERALTE	30 mm/s máxima
EXCESO DE PERALTE	100 mm (aunque no procede)
VARIACIÓN DE PERALTE	30 mm/s 50 mm/s excepcional
LONGITUD DE ALINEACIÓN EN PLANTA PARA AMORTIGUAMIENTO DE LA OSCILACIÓN (1)	0,5*V (km/h) 0,3*V (km/h) excepcional
LONGITUD DEL ACUERDO VERTICAL	0,5*V (km/h) 0,3*V (km/h) excepcional
LONGITUD DE RASANTE UNIFORME	0,5*V (km/h) 0,3*V (km/h) excepcional

(1) Para garantizar una adecuada comodidad de marcha, se adopta una longitud mínima, en metros, de (0,5-0,3)*Velocidad (en km/h) correspondiente a todas las alineaciones del trazado en planta, con el objeto de limitar la amplitud de las oscilaciones amortiguadas en torno al eje de balance del vehículo, que se producen en los puntos de contacto entre diferentes alineaciones, debido a los saltos finitos que aparecen en las curvas D/t e I/t.

5.3.2. Desvíos

Los desvíos que utilizará el material móvil serán de diversos tipos. En línea serán todos de radio 50 metros o mayor, y en talleres pueden llegar hasta 25 metros.

Adicionalmente a estos valores, el material móvil deberá poder franquear de manera excepcional desvíos de radio 25 metros en línea y 20 en talleres.

El sistema tranviario, sus bogies y el conjunto de unión caja-bogie estará preparado para poder circular por cruzamientos con fondo de garganta elevado (rodadura sobre la pestaña de la rueda).

5.3.3. Andenes

La longitud de los andenes para una parada en línea será de 65 metros. La anchura mínima útil para el caso de andenes laterales será de 3,5 m.



Junta de Andalucía



UNIÓN EUROPEA

En la medida de lo posible, las paradas se implantarán en alineación recta y con las vías horizontales (se estimará una pendiente máxima del 2%). No se considerarán vías peraltadas en zona de parada.

Los radios parabólicos, en conexiones longitudinales, no superarán el valor de 3.000 m en parada.

La altura de los andenes será idéntica para todas las paradas, 300 mm con respecto al plano de rodadura, aunque deberá ajustarse a las características finales del material móvil.

Los licitadores, para las medidas indicadas (distancia eje de vía-borde de andén y altura de andén sobre cota cero de carril) en el presente apartado, presentarán los valores de las lagunas horizontales y verticales resultantes.

Adicionalmente el Licitador, definirá las distancias de eje de vía a andén que aseguren una laguna horizontal inferior a 50 mm en recta.

El Licitador también presentará la laguna horizontal resultante en andenes en curva de radio 1000, 400 y 200 metros.

En principio los andenes tendrán una altura sobre cabeza de carril de 0,300 metros, pero el Licitador también definirá las lagunas verticales resultantes con dicha altura, tanto en el caso de ruedas y carriles nuevos como desgastados, y podrá recomendar otro valor de cota de pavimento de andén sobre cabeza de carril si lo considera necesario para mantener la laguna vertical entre +50 y +0mm (quedando siempre el sistema tranviario por encima del andén).

5.4. Características de la catenaria

A continuación se resumen las características de las catenarias bajo las cuales deberá funcionar el material móvil. Se suministran las características de la LAC (línea aérea de contacto) que debe utilizar el material móvil a ofertar.

El material móvil se adaptará a dichas condiciones de catenaria asegurando no solo la compatibilidad de la interface pantógrafo-catenaria, sino la tolerancia de los valores límites de tensión de alimentación indicados así como la adecuación de la curva motor utilizada para la realización de las mismas.

Condiciones de operación

El sistema de catenaria se ha diseñado para las siguientes condiciones de operación:
Tensión nominal 750 Vcc

Velocidad máxima del material móvil 70 km/h (según el tramo)

Tensiones mecánicas de catenaria 1000 kg en tramos no compensados, 1500 kg en tramos con compensación de catenaria.

Descentramiento: ± 200 mm

Flecha vertical máxima usada para el diseño 300 mm

Pueden verse más detalles en el epígrafe 15.11

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 15 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

Gradiente de catenaria

Cumpliendo la norma EN 50119:2001, si es necesario instalar la catenaria con gradiente, se aceptará una reducción en la velocidad máxima del material móvil. Según dicho gradiente de catenaria, se aceptan las siguientes reducciones de velocidades:

Gradiente de catenaria	Variación del gradiente	Velocidad a suministrar (km/h)
6%	3%	10
4%	2%	30
2%	1%	60

5.5. Características de los sistemas asociados y equipos embarcados

A continuación se describen las características de los diferentes sistemas ferroviarios que sirven de apoyo a la explotación y que pueden implicar la presencia de equipamiento embarcado en dichas unidades.

El material móvil dispondrá del espacio disponible para alojar los sistemas embarcados, tanto los que estén en armarios como los que sean ubicados en el exterior. De la misma manera permitirá los trasvases de información con los sistemas embarcados propios del tren, tanto vitales como no vitales, para permitir el funcionamiento como un único sistema.

De manera especial se tendrá atención en el espacio disponible en las zonas inferiores del tren con objeto de comunicar con las antenas ubicadas en la vía.

Estas características que se indican a continuación no pretenden ser exhaustivas, siendo el Proyecto Constructivo de Sistemas Ferroviarios el que contendrá toda la información necesaria. Dicho proyecto será entregado al adjudicatario por el Adquirente en función de las necesidades que este tenga, siendo en especial los siguientes:

1. Radiocomunicaciones.
2. Señalización viaria.
3. Señalización ferroviaria.
4. Sistema de Ayuda a la Explotación (SAE).
5. Sistema de Información a los Viajeros (Teleindicadores).
6. Billetaje.
7. CCTV.
8. Comunicaciones WIFI (talleres).
9. Interfonía.
10. Megafonía.

5.5.1. Comunicaciones por radio

El sistema tranviario debe poder comunicar con la infraestructura de Radio (TETRA) que intercambiará datos de SAE y voz con el PCC.

5.5.2. Señalización viaria

El material móvil deberá admitir la instalación en uno de sus ejes (pertenecientes a los bogies) de una antena emisora de radio frecuencia para comunicación con los detectores empotrados en vía. La antena



que se instale deberá ser compatible 100% con el sistema fijo y se hará conforme a los planos suministrados por el Adjudicatario de la parte de señalización.

Si se instalan dos antenas (una por sentido de la marcha) deberá inhibirse una de ellas por cabina activa (ver apartado de interfaces)

5.5.3. Señalización ferroviaria

El vehículo deberá comunicar correctamente con los lazos de petición de itinerario, admitir la instalación del IHM de mando de aguja (3 botones, derecha, recto, izquierda) y además deberá admitir la instalación completa del sistema FAP que asegure la frenada en las curvas. Dicho sistema consta de sensores en odometrías, actuadores en freno, radio antena para comunicación con baliza e IHM y unidad central.

5.5.4. Sistema de Ayuda a la Explotación (SAE)

El sistema tranviario deberá estar preparado para admitir la instalación de un pupitre SAE que permita las funciones de regulación, así como de una unidad central SAE que recogerá tanto las informaciones a mostrar como los datos a enviar vía Radio.

5.5.5. Sistema de Información al Viajero (SIV)

El sistema tranviario deberá tener pantallas SIV de información al viajero que estarán en comunicación con el SAE.

5.5.6. Billetaje

El material móvil deberá permitir la instalación de las máquinas de validación (12 máquinas por unidad, de tecnología sin contacto) y unidad central de billetaje.

5.5.7. Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)

El sistema tranviario a suministrar deberá poder admitir la instalación de hasta 12 cámaras de video vigilancia embarcada para la supervisión interior, y un codificador-grabador MPEG2 o MPEG4 que podrá pasar las imágenes bien a memorias Flash o bien al emisor/receptor Wi-Fi para la descarga de los datos en Talleres, o eventualmente en Paradas, (sobre la red Wifi a instalar por el adjudicatario de las telecomunicaciones).

Dispondrá obligatoriamente de dos cámaras para grabación frontal y trasera de los eventos durante la marcha, conectadas a la caja negra de CCTV.

Se valorará que se disponga de cámaras retrovisores en lugar de espejos abatibles

5.5.8. Wi-Fi

El sistema tranviario a suministrar deberá integrar un emisor/receptor Wifi de banda ancha para conectividad con red Wi-Fi de Talleres, y eventualmente Paradas, y poder realizar descargas de datos y actualizaciones de software de todo tipo.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 17 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

5.6. Condiciones ordinarias y extraordinarias de circulación

El vehículo que presente el Licitador deberá poder operar de manera ordinaria en servicio comercial en la línea tranviaria a Alcalá de Guadaíra. Todas las características relevantes de la línea se han suministrado en puntos precedentes de este documento.

El vehículo operará en un régimen bidireccional, lo que implica que será necesario un vehículo con dos cabinas de conducción que pueda funcionar en los dos sentidos.

Un modo extraordinario de circulación es una unidad en vacío empujando ó remolcando a otra unidad en vacío con la totalidad de sus equipos tracción-freno fuera de servicio. Se definen las prestaciones requeridas en 6.2.2 “Prestaciones en modo degradado”.

5.7. Sistema de ahorro de energía

Los tranvías a suministrar podrán estar dotados de un sistema embarcado de ahorro de energía que permita el almacenamiento de la energía de frenado para su posterior uso.

5.8. Normativa aplicable

Además de las normas mencionadas a lo largo del documento, se aplicarán todas las siguientes normativas: Las normas principales aplicables al material móvil son:

- EN50121-3-1 // 50121-3-2 // 50126* // 50155 // 50163 // EN12663*// EN13452
- UNE-EN50500:2009
- IEC 1131 (para programas con tiempo de ejecución mayor que 100 ms) // 61287.1 // 60349-2 // 60077-1 // 60077-2 // 61133*
- ISO2631-1-2631-2-309J-3381-9000-3-9001
- UIC 651 ó 564-2*
- NFE 0-90-401
- NFF 63-808 // 63-826 // 31-052* // 31-054* // 31-129
- NFS 31-019 (ISO3095) // S31-028 (ISO3381)
- NFF 16-101 cat A2 // 16-102
- Real Decreto 1544/2007, de 23 de noviembre, por el que se regulan las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los modos de transporte para personas con discapacidad.
- Decreto 293/2009, de 7 de julio, por el que aprueba el reglamento que regula las normas para la accesibilidad en las infraestructuras, el urbanismo, la edificación y el transporte en Andalucía.

* parcial, o usada como guía

6. CAPACIDADES Y PRESTACIONES.

A continuación se definen las prestaciones mínimas que debe tener el material móvil ofertado, así como la capacidad de transporte de viajeros que debe suministrar.

6.1. Capacidad de transporte.

6.1.1. Tamaño del sistema tranviario y dimensiones (gálibos).

El sistema tranviario tendrá una longitud tal que con una doble composición centrada sobre el andén, las puertas extremas de pasajeros más cercanas a las cabinas de conducción entren en los andenes previstos.

Las unidades a utilizar tendrán una sección tal que cumpla con el gálibo exigible en el proyecto conforme a la plataforma de vía, disponiendo aproximadamente de una anchura exterior de 2,65 m. Por su parte la parte más baja de la unidad deberá dejar una distancia libre al suelo (excepto ruedas) no inferior a 60 mm y nunca superior a 100 mm.

Además, y de acuerdo a las dimensiones de los proyectos de obra civil, se tendrá en cuenta la disposición en andén cuidando que el “gap” horizontal (laguna) de paso entre el andén y el borde del piso del tren en las puertas sea igual o inferior a 50 mm.

En cualquier caso el licitador deberá entregar un estudio de los gálibos estáticos y dinámicos del sistema tranviario (planos y tablas) indicando el cumplimiento de dichos gálibos (recta, curva, zona de desvíos y andenes).

En el caso de andén, los “gap” por debajo de 50 mm tendrán que presentar un estudio específico para verificar que no existe ningún conflicto estático o dinámico. Asimismo podrá definir la distancia entre el eje de vía y el andén necesario para el cumplimiento de dicho “gap” máximo.

El material móvil deberá respetar los valores de gálibo dinámico indicados a continuación:

Radio (metros)	Gálibo dinámico interior (mm)	Gálibo dinámico exterior (mm)
25	1600	1890
30	1580	1850
50	1540	1750
80	1540	1690
100	1540	1640
300	1540	1600
1000	1540	1580
3000	1540	1560
RECTA	1540	1540

Con el objeto de eventualmente poder ampliar la capacidad de transporte de viajeros, los vehículos deberán ser ampliables de manera modular, añadiendo cajas.

Los vehículos deberán ser mantenidos en las dependencias que se definirán para ello en el Proyecto Constructivo de Talleres y Cocheras, por lo que el adjudicatario confirmará que la disposición de las diferentes dependencias son adecuadas para su vehículo, siendo además las distancias y cantidades de estos elementos suficientes para los mismos. De manera adicional indicará que las zonas de taller y almacenes son adecuados para los materiales, repuestos y sitios de trabajo necesarios para efectuar dicho mantenimiento.

Asimismo las unidades operando en unidad múltiple deberán tener accesibles todas sus puertas, y a la misma altura, en todos los andenes construidos. Podrán disponerse las puertas de forma asimétrica para optimizar este aspecto.

6.1.2. Plazas y tasa de confort.

La capacidad de transporte será superior a 200 personas por vehículo (asumiendo una ocupación máxima de todos los asientos fijos ocupados y una densidad de personas de pie de 4 pasajeros/m²). Para el cálculo de esta capacidad, el licitador presentará una disposición en que al menos el 25% de las personas estén sentadas, delimitando el área de las zonas ocupadas por los asientos y las piernas, siendo el resto de la superficie como zona “de pie”. El licitador deberá entregar los planos y diseños adecuados donde se aprecie claramente el cumplimiento de estas condiciones, valorándose soluciones con mejor capacidad de transporte de pasajeros.

Dentro de esta disposición, las unidades tendrán en cuenta al menos la disposición de dos zonas específicas para las Personas de Movilidad Reducida (PMR), incluyendo zonas específicas destinadas para el posicionamiento seguro y longitudinal (respecto a la marcha del tren) de viajeros en sillas de rueda, sillas motorizadas, carritos de bebé, etc., estas áreas dispondrán también de asientos abatibles destinados a los acompañantes.

Dichas zonas se situarán en las inmediaciones de puertas dobles, y se evitará la presencia de barras, desniveles u otros obstáculos en el recorrido desde dichas puertas hasta dichas zonas de estacionamiento. Estas puertas deberán estar grafiadas para indicar acceso preferente para PMR.

Además de esta capacidad de carga normal (CCN-4 personas/m²), se proporcionará la capacidad máxima (CCM-6 personas/m²) y extraordinaria (CCE-8 personas/m²) de la unidad propuesta. Tomando un peso de 75 kg/pasajero se proveerán los valores de carga en estos tres escenarios y en vacío. Se respetarán los siguientes condicionantes:

- Los valores de capacidad extraordinaria de forma prolongada serán los utilizados para justificar las especificaciones mecánicas, dinámicas y eléctricas del tren.
- Para los cálculos en orden de marcha se utilizará el valor de capacidad máxima (6 personas/m²), salvo que se especifique lo contrario.

6.1.3. Composición (unidad simple o múltiple).

En cuanto a la composición, las unidades ofertadas permitirán la formación de trenes con una o dos unidades básicas.

Para cualquiera de estas composiciones, el control de tracción y frenado, apertura y cierre de puertas, megafonía, etc., de todas las unidades integrantes de la composición se efectuará desde el puesto de conducción ocupado.

En ambos testeros se dispondrán acopladores para la unión mecánica, eléctrica y neumática (si aplicable) de forma simultánea, que en composición simple quedarán ocultos e integrados en los testeros. Su utilización, en las fases de acople y desacople, se podrá realizar de forma rápida, simple y segura por dos agentes, los dos conductores de los vehículos a acoplar, a pie de vehículo, y en cualquier punto de la geometría de la línea y cocheras (incluidas las curvas de radio mínimo). La duración de la operación no será superior a los 3 minutos.

Las circulaciones se podrán efectuar indistintamente en unidad simple o doble, a voluntad del operador del sistema, dependiendo de las necesidades de la operación.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 20 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

6.2. Prestaciones y características del vehículo.

En los siguientes apartados se especifican las prestaciones de obligado cumplimiento para que el producto se considere adecuado para su suministro. Salvo que expresamente se indique lo contrario se tomarán los siguientes valores para expresar dichas condiciones:

1. Sistema tranviario sobre vía seca, limpia y en plano.
2. Estado normal del vehículo, con ruedas al 50% de desgaste (semiusadas).
3. Unidades Condiciones de Carga Máxima (CCM-6 personas/m²).
4. Alimentación fija a 750Vcc.

El resto de condiciones que pudieran afectar a este cálculo serán tomadas al 50% entre los valores límite, o las condiciones medias de uso. Dichos valores serán adjuntados en una tabla indicando dichos límites y el valor escogido.

6.2.1. Prestaciones en modo normal.

6.2.1.1. Velocidades.

En condiciones de servicio normal, con las ruedas semiusadas y con Carga Máxima (CCM – 6 personas/m²), el sistema tranviario podrá alcanzar de manera habitual y permanentemente una velocidad máxima de al menos 70 km/h. La explotación en tramos de vía segregada se realizará de forma continua a velocidades cercanas a 70 km/h, por lo que las ofertas deberán considerar que, independientemente de la velocidad máxima:

1. La vida útil se ha de calcular teniendo en cuenta la operación habitual en estos valores.
2. El tren estará diseñado para circular a velocidades de hasta 85 km/h, sin que esto genere una degradación o envejecimiento adicional.
3. Las curvas de potencia, motor y frenado presentadas deberán tener en cuenta estos valores.

El sistema deberá tener en cuenta modos de conducción que permitan la explotación a velocidades más reducidas, siendo estas:

1. Velocidades por debajo de 50 km/h en zonas urbanas.
2. Velocidades por debajo de 25 km/h en zonas de maniobras, por ejemplo talleres, o zonas de plataforma compartida.
3. Velocidades de hasta 3 km/h para realización de maniobras de acople, aproximación a tren y/o topera.

6.2.1.2. Potencia.

La potencia normal de la unidad será su potencia en régimen continuo a la tensión mínima de alimentación (tensiones máximas y mínimas según EN 50 163 / CEI 60850) Igualmente se definirá con las mismas la potencia unihoraria.

El Licitador, asimismo indicará la disposición de los motores, la potencia continua máxima, el par máximo, el par continuo máximo, y la máxima velocidad de giro de los motores, así como las características de la etapa reductora (relación de reducción) en caso de existir.

El Licitador indicará el consumo de potencia instantánea a lo largo de toda la traza, y el cálculo de dicha potencia incluyendo las variantes en Condiciones de Carga Excepcional (CCM-8 personas/m²), tensión mínima de alimentación, por separado y con ambas condiciones produciéndose de forma simultánea.



Con objeto de justificar este punto presentará la fórmula de resistencia del vehículo simplificada en función de la velocidad, pendiente y curva, formula que se ajustará (con un 1,5% de precisión) a los valores reales.

6.2.1.3. Aceleración y jerk.

La aceleración promedio en el rango de velocidades propuesto (de 0 a 70 km/h) será superior a 0,8 m/s². Dicha aceleración deberá de poder ser mantenida a 1,2 m/s² entre 0 y 35 km/h, y podrá verse reducida en el rango entre 35 km/h y 70 km/h, aunque nunca por debajo de los 0,8 m/s².

Debido a que se podrá superar la velocidad de 70 km/h, la aceleración residual entre 70 y 85 km/h deberá de ser, como mínimo, de 0,2 m/s².

Se considerará un jerk nominal de 0,8 m/s³ tanto para el tirón de arranque como para los cambios de aceleración.

Los valores anteriores serán regulables por el personal de mantenimiento y con una precisión de ajuste del 5% se podrán ajustar entre:

- Jerk: Entre 0,6 y 1 m/s³.
- Aceleración: Entre 0,8 y 1,2 m/s².

6.2.1.4. Deceleración y frenado.

Para el caso de deceleración y frenado, será de obligado cumplimiento lo descrito en la norma UNE-EN13452-1 “Aplicaciones Ferroviarias. Frenado. Sistemas de freno para transportes urbanos y suburbanos”.

Se cumplirán los apartados desde 1 hasta 5 de la citada norma, y los puntos específicos para materiales tipo “Metros ligeros y vehículos ferroviarios ligeros”.

Se especifican los principales puntos de esta normativa a continuación:

- Las unidades de tren deben disponer de al menos dos sistemas de freno independientes, de forma que el fallo o pérdida de uno de ellos no afecte al funcionamiento del otro. Además, uno de estos dispositivos debe seguir funcionando en caso de pérdida de la corriente de tracción.
- Uno de los frenos, por sí solo, debe ser capaz de asegurar la inmovilización de la unidad de tren estacionada, a plena carga y en la pendiente que se haya definido (freno de inmovilización en línea).
- Uno de los frenos (freno de estacionamiento), por sí solo, debe ser capaz de asegurar la inmovilización de la unidad de tren detenida, en vacío y en la pendiente que se haya definido. Este freno debe aplicarse por medio de un resorte o un dispositivo equivalente y el esfuerzo de frenado y su forma de transmisión deben ser exclusivamente mecánicos.
- Debe existir un freno independiente de la adherencia entre rueda y carril y también independiente de un fallo de la energía de tracción.
- Para alcanzar las prestaciones exigidas en el frenado de emergencia, se debe aportar una mejora de la adherencia con arena o similar. Estas medidas se deben diseñar de modo que la fiabilidad de su funcionamiento esté asegurada en las condiciones meteorológicas más desfavorables. Respecto a la cantidad y tipo de arena, deben determinarse mediante ensayos o en base a la experiencia adquirida, para conseguir una mejora fiable de la adherencia.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 22 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

- Los areneros o equipos equivalentes deben funcionar de modo automático cuando se produzca una demanda de frenado de emergencia, o en otros casos que defina la Autoridad de Transporte.

El Adjudicatario presentará declaración de cumplimiento de las anteriores prescripciones en su oferta. Se definen los siguientes tipos de freno y sus niveles:

Freno de servicio

Deberá poder proporcionar una deceleración de 1,25 m/s² bajo cualquier condición de operación (carriles secos o mojados, tren en tara o en ocupación máxima...), en vía recta y en plano, con el sistema tranviario cargado con su ocupación máxima. El Jerk no será superior a 1 m/s³.

Constará de dos sistemas de freno, especificados a continuación:

- Freno eléctrico regenerativo. Este freno de servicio en la medida de lo posible inyectará la energía recuperada del frenado en su sistema de autonomía, si lo hubiera. Si ello no es posible entonces la energía se inyectará en la catenaria, para que pueda ser recuperada por otros trenes que estén en proceso de arranque. Todo el exceso de energía que no se pueda recuperar para el sistema de autonomía o la catenaria se disipará en reóstatos instalados en el sistema tranviario. Tales reóstatos estarán dimensionados para poder resistir un frenado reostático permanente.
- Freno mecánico. Este freno dispondrá de las mismas prestaciones en cuanto a deceleración que el eléctrico regenerativo.

Si bien es deseable que la consecución de los valores de deceleración máxima de servicio (1,25 m/s²) se alcancen mediante freno eléctrico al 100% se indicará expresamente en la oferta qué aportación correría a cargo del freno mecánico (ya sea bajo la modalidad de “blending”, como en el caso de sustitución ante averías del freno eléctrico, y las limitaciones de circulación que esta situación podría provocar), para las diversas solicitaciones de freno y estados de carga.

Freno de emergencia

Deberá garantizar una deceleración entre 2,8 y 3,5 m/s² en todo el rango de velocidades desde 70 km/h hasta 0 km/h y en condiciones no ideales (carril mojado, tensión de alimentación máxima). El Jerk no será superior a 7 m/s³.

Se basará en el uso de un sistema de freno mecánico combinado con un freno electromagnético de vía, independiente de la adherencia rueda-carril. Éste funcionará independientemente de la tensión disponible en catenaria. Los órganos de mando de este tipo de freno serán tales que no podrán aplicarse de manera inconsciente y el uso del frenado de emergencia quedará grabado en la caja negra del sistema tranviario.

Los sistema tranviario se equiparán con un sistema antirrodamiento (anti roll-back) por el que, si estando la unidad parada ella comenzará a moverse sin haber solicitado tracción, se active el freno de emergencia.

Freno de seguridad

El sistema tranviario dispondrá de un equipo de freno de seguridad que deberá tener un nivel de seguridad más elevado que el del freno de servicio y que el de emergencia. El licitador deberá de indicar, explicar y justificar en su oferta el sistema elegido para este tipo de freno, teniendo en cuenta que

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 23 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

ninguna avería individual puede hacer disminuir sus prestaciones por debajo de una deceleración mínima de 1 m/s².

Además se garantizará la fiabilidad de este sistema de freno, que será considerada contractual.

El licitador propondrá asimismo el accionamiento de uso de este freno, así como su ubicación en cabina.

Freno de estacionamiento

La unidad irá equipada con un freno de estacionamiento que será capaz de mantener una unidad múltiple en carga excepcional (8 personas/m²) totalmente parada en la máxima pendiente de la línea (8 6%) durante tiempo indefinido y en las condiciones más desfavorables (sin tensión, niveles máximos de agua en vía, etc.).

El freno de estacionamiento habrá de llevar un dispositivo que permita su activación manual en caso de emergencia y podrá funcionar al 100% de sus prestaciones con la unidad despreparada, es decir, sin alimentación eléctrica.

6.2.1.5. Curvas orientativas de operación

En sus ofertas los Licitadores presentarán, al menos, las siguientes curvas:

1. Velocidad - tiempo.
2. Aceleración - velocidad.
3. Esfuerzo de tracción - velocidad.
4. Deceleración - tiempo.
5. Esfuerzo de freno - tiempo.
6. Esfuerzo de freno - velocidad.
7. Intensidad de línea - velocidad.
8. Resistencia al avance - velocidad.

Todas estas curvas se presentarán para las siguientes casuísticas:

1. En función del tipo de freno utilizado:
 - Frenado de servicio.
 - Frenado de emergencia.
 - Freno de seguridad.
 - De modo especial, se presentará la comprobación del freno de estacionamiento.
2. Condiciones de carga:
 - Vacío.
 - Normales (CCN-4 personas/m²).
 - Máximas (CCM-6 personas/m²).
 - Excepcionales (CCE-8 personas/m²).
3. Pendiente.
 - 0%.
 - 2,7-% ascendente.
 - 6% ascendente.
 - 8% ascendente.

Se presentan a continuación ejemplos de algunas de las curvas anteriormente mencionadas.

DIAGRAMA 1- ESFUERZO DE TRACCIÓN –VELOCIDAD

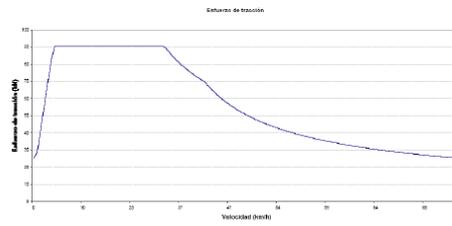


DIAGRAMA 2- RESISTENCIA AL AVANCE EN LLANO-VELOCIDAD

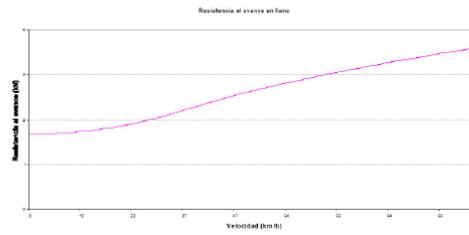


DIAGRAMA 3-ACELERACIÓN-VELOCIDAD

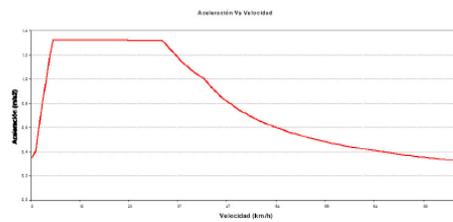
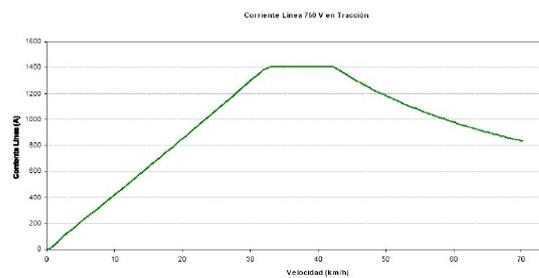


DIAGRAMA 4-CORRIENTE DE LÍNEA -VELOCIDAD



6.2.1.6. Otras condiciones cinemáticas.

En todas las condiciones de frenado deberán de analizarse las condiciones de adherencia rueda-carril de acuerdo a la UIC615. El sistema tranviario dispondrá de funciones antipatinaje/ antibloqueo, que permitirán al sistema tranviario alcanzaren condiciones normales los valores cinemáticos y dinámicos antes citados. Tanto en la fase de tracción como en la de frenado, se usará la adherencia máxima disponible.

En caso de utilizar algún sistema para aumentar la adherencia (areneros, que se describirán en el apartado 12.4 del presente pliego) deberá de ser justificado, si bien los valores anteriores deberán de ser alcanzables sin el uso de este sistema. En caso de utilización de esos agentes, deberá de haber un estudio que indique modo de uso (cuándo y por qué), fiabilidad del sistema, cantidad, limpieza, implicaciones con sistemas engrasadores, etc.

Tanto los valores de aceleración, deceleración, y los jerk de servicio podrán ser modificados dinámicamente por los sistemas embarcados relativos a la operación (Señalización, SAE, regulación semafórica) de forma que permitan establecer diferentes órdenes de marcha según sea necesario sin necesidad de parar la operación. No obstante, el personal de mantenimiento podrá configurar y/o fijar dentro de las labores de mantenimiento los valores de deceleración y freno para cualquiera de los modos de frenado.

6.2.2. Prestaciones en modo degradado.

En este apartado se definen las prestaciones (capacidad de tracción y de frenado) del tren en modo degradado, es decir, cuando existe algún fallo de alguno de los elementos inherentes al tren (sin contar los elementos embarcados de sistemas suministrados por terceros).

Los equipos de tracción-freno del sistema tranviario se deberán dimensionar de manera que aunque haya un fallo en alguno de los equipos, el sistema tranviario pueda seguir prestando servicio.

Se seguirán las siguientes guías:

En tracción

En caso de fallo de hasta el 50% de los elementos de tracción, la unidad será capaz de arrancar en las siguientes condiciones:

Pendiente máxima	Condiciones de Carga	Aceleración mínima.
8%	Excepcional (8 personas/m ²)	0,1m/s ²
6%	Excepcional (8 personas/m ²)	0,2m/s ²
8%	Máxima (6 personas/m ²)	0,2m/s ²
6%	Máxima (6 personas/m ²)	0,5m/s ²
Inferior a 6%	Máxima (6 personas/m ²)	Sin implicación.

El Licitador deberá indicar los límites de velocidad máxima en función del porcentaje de elementos de tracción no utilizables, si bien en ningún caso debe de ser inferior a 30 km/h para el caso de fallo del 50% de los elementos de tracción. En ningún caso las distancias de frenado deben de verse afectadas por este tipo de fallos.

Además, el accionamiento de la tracción deberá diseñarse de forma que la velocidad máxima se limite automáticamente al valor prefijado en este tipo de fallo de la tracción.

Dicha reducción no debe afectar o lo hará de forma mínima a la explotación en su recorrido hasta el final de la línea o punto de la misma en que se prevea su sustitución.

En frenado

El caso de fallo de equipamiento de freno, los frenos no mecánicos deberán cumplir los siguientes valores sin ayuda del freno mecánico:

1. El freno regenerativo debe asegurar una deceleración media de 0,8 m/s² en el rango de 70 km/h hasta una velocidad inferior a 10 km/h.
2. El freno electromagnético debe asegurar, sin ayuda del freno mecánico, una deceleración de 0,5 m/s².

Unidad en vacío empujando/remolcando a otra unidad en carga excepcional

Esta situación de modo degradado se da cuando es necesario que un sistema tranviario empuje o remolque a otro, en la unidad remolcada no funcionan ni sus circuitos de tracción ni los de freno. Se considerará que el sistema tranviario remolcado está cargado con CCE (8 personas/m²).

Las prestaciones en tracción serán tales que se pueda efectuar con seguridad esta operación por la máxima rampa y pendiente (6%) hasta el final de la línea o punto de la línea en que se prevea su sustitución.

Para éste modo degradado, el Licitador incluirá en su documento las curvas de esfuerzo, aceleración y velocidad respecto a espacio y tiempo, para los siguientes casos:

Curvas desde velocidad cero hasta velocidad máxima en prestaciones reducidas para rampas de 0, 2,7%, 6% y 8%. Curvas de frenado desde velocidad máxima hasta la parada para los dos tipos de frenado (normal y emergencia) y pendientes de 0, 2,7%, 6% y 8%.

Para todos los modos degradados aquí definidos, en sus ofertas los licitadores presentarán por lo menos las siguientes curvas:

- Velocidad-tiempo
- Aceleración-velocidad
- Esfuerzo de tracción-velocidad
- Deceleración-tiempo
- Esfuerzo de freno-tiempo
- Esfuerzo de freno-velocidad
- Intensidad de línea-velocidad
- Resistencia al avance-velocidad

Todas estas curvas se presentarán para varias condiciones según el siguiente patrón:

- Frenado de servicio
- Frenado de emergencia
- Freno de seguridad
- Vacío
- CCN (4 PAS/m²)

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 27 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	



- CCM (6 PAS/m2)
- CCE (8 PAS/m2)
- Pendiente 0%
- Pendiente 2,7%
- Pendiente 6,0%
- Pendiente 8,0%

6.2.3. Ahorro de energía (Energy saver).

Los Licitadores incluirán como opcional que el material móvil disponga de un equipo que pueda almacenar la energía que provenga del freno regenerativo (freno de servicio) de manera que esta energía pueda ser utilizada como apoyo a la tracción en el arranque. Deberá indicar el ahorro que proporciona dichos elementos, así como la base de dicho número (empírica o experimental).

Dicho sistema podrá ser solicitado sólo para algunas unidades, y deberá de ser posible su instalación posterior en unidades que no dispusiesen de ellas, y su retirada o reemplazo en aquellas que sí dispongan de ellas. El proponente indicará asimismo el peso asociado a estos sistemas y el impacto que pueda tener dicho incremento de peso tanto en limitaciones de aceleración (curva motor) como en el posible incremento de consumo asociado a dicho incremento de peso.

6.2.4. Pesos y cargas máximas por eje.

El peso en vacío de una unidad en composición simple no deberá exceder los 430 kN. Se valorará positivamente el hecho de que los licitadores presenten valores más reducidos de este peso.

La carga máxima por eje no excederá 130 kN para la distribución más restrictiva, es decir, con el máximo de opcionales incluido y con una capacidad de carga excepcional (CCE-8 personas/m2).

No obstante se buscará que dicha disposición otorgue el mayor peso adherente posible, y que dicho peso (tanto de los elementos propios como del pasaje) quede lo más equilibrado posible, tanto en los bogies motores como en los remolcados, así como en su subdivisión por eje y por rueda, de forma que se evite que una distribución de carga irregular pueda producir el deslizamiento de algunos de los elementos en particular al aplicar freno de servicio o freno de emergencia.

El licitador deberá presentar unas tablas de carga por bogie, eje y rueda en cada uno de los procesos de carga, considerando los desequilibrios de carga longitudinales y transversales.

6.2.5. Vida útil

Se exige una vida útil del material rodante al menos de 30 años, considerando 150.000 km/año por vehículo.

Para ello, el Licitador deberá presentar un plan de mantenimiento consistente, indicando las actuaciones y su periodicidad, los costes asociados a dicho mantenimiento incluyendo la estimación de los mantenimientos correctivos, el suministro de repuestos y fungibles esperados en dicho periodo de tiempo, todo incluido en una tabla "CAPEX-OPEX" asociada a estos 30 años de explotación.

Dicha tabla deberá de indicar el valor residual del material rodante tras dichos 30 años de explotación. Esta documentación se requiere para la posterior explotación a futuro del servicio tranviario, siendo

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 28 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

obligación del contratista el plan de mantenimiento específico para los 2 primeros años establecido en el PCAP.

6.2.6. Compatibilidad electromagnética (EMC).

En lo que respecta a la compatibilidad electromagnética, los sistemas eléctricos, electromecánicos, electromagnético, ferromagnéticos y electrónicos deberán ser compatibles electrónicamente con los elementos de su entorno, teniendo especial cuidado con:

1. Emisiones trasladadas al carril por las corrientes de retorno.
2. Emisiones trasladadas a los diversos buses de comunicación del tren, ya sea de los sistemas propios o de los instalados por terceros.
3. Emisiones a antenas ubicadas en la traza de vía, teniendo en cuenta la posible reflexión de estas entre la placa y la parte baja del tren.

Se tendrá especial atención de no interferir en las emisiones y comunicaciones de terceros, ya sean redes externas de dominio público o privado, como pueden ser las redes de radio, televisión, telefonía móvil, red SECORA, y resto de comunicaciones inalámbricas.

De la misma manera todos los equipos electrónicos embarcados deberán de estar preparados para ser inmunes a las emisiones de otros elementos del propio tren, elementos embarcados instalados por terceros, o las redes externas de dominio público o privado definidos anteriormente.

El adjudicatario deberá presentar un estudio de compatibilidad electromagnética del conjunto de la unidad, incluyendo la declaración de cumplimiento de la normativa UN50121-3-1, y mediante presentación de los certificados individuales de cada uno de sus componentes.

En caso de que una vez entregadas las unidades se detectase alguna incompatibilidad electromagnética, ya sea por los sistemas propios del tren, sistemas de terceros asociados a la explotación de la línea tranviaria, o sistemas ajenos al Tranvía de Alcalá, el adjudicatario será responsable de elaborar un estudio pormenorizado de dichas emisiones en 6 semanas tras la solicitud por parte del Adquirente, mostrando los mapas de frecuencia emitidos por cada uno de los elementos, estableciendo los nexos de estos con el resto y proponiendo las alternativas de subsanación para paliar los efectos en primera instancia, y el origen de las incompatibilidades en un segundo nivel.

7. CONDICIONES DE EXPLOTACIÓN.

7.1. Principios de explotación.

Asociado a las prestaciones indicadas en el punto anterior, a continuación se definen las funcionalidades para la explotación y conducción que deben de ser respetadas por los licitadores.

7.1.1. Elementos de seguridad en la circulación.

El material móvil incluirá en cada una de las cabinas los equipos necesarios para el cumplimiento de la seguridad en la circulación. Sin ser exhaustiva, a continuación se presenta una lista de elementos en las que el licitador deberá de incluir:

1. **Hombre muerto.** La conducción será realizada por un único conductor, y el sistema tranviario estará equipado con un dispositivo que asegure que la atención del conductor está efectivamente puesta en la conducción. Será un dispositivo de tipo “hombre muerto” que el conductor deberá accionar periódicamente, instalado en el manipulador de tracción y, además, un pedal instalado en el suelo o cualquier otra instalación equivalente funcionalmente y a nivel de seguridad. Este dispositivo



- deberá ser accionado intermitentemente, por lo que en caso de permanecer en alguna de las dos posiciones durante un determinado tiempo (bien pulsado/accionado, bien no pulsado/accionado) generará una secuencia de avisos en caso de continuar igual (aviso visual en primer término, seguido de señal acústica) previo a la activación del freno de emergencia.
2. Seta de emergencia, que será un pulsador fácilmente accesible y detectable tanto en forma como en colores para activar el freno de emergencia del material rodante.
 3. Sistemas de bypass de seguridad, que serán aquellos que permitan anular la señal de los lazos de seguridad en caso de que el conductor estime que el sistema no está funcionando de forma adecuada. Todos estos mandos de bypass deberán de estar precintados y su uso estará gestionado por procedimientos operativos. Entre ellos se encontrarán el lazo de tracción, lazo de puertas, y señal de velocidad “cero”.
 4. Sistema de condena de puertas, que permite asegurar por un mando operativo el cierre de la puerta realizando un bypass del contacto de puerta cerrada, de forma que el lazo de puertas no impida la circulación normal. La condena de puertas impedirá la apertura de puertas mediante los dispositivos habilitados para ello.
 5. Sistema antibloqueo, descrito dentro de los elementos de tracción.
 6. Patines electromagnéticos, definidos dentro de los sistemas de freno de los elementos de tracción.

De manera adicional existirán otros elementos de seguridad que pudieran ser implantados por los sistemas embarcados de terceros (señalización, semaforización, etc.).

7.1.2. Activación de cabina.

La activación de la cabina se realizará mediante.

1. Acceso a la cabina mediante maniobra de desbloqueo, y rearme de bloqueo una vez en el interior.
2. Habilitación de la cabina mediante llave, momento en que se conectarán los diversos elementos.
3. Comprobaciones y chequeos por parte del propio sistema, así como del conductor.

Sólo se podrá conducir por la cabina delantera y no podrán operarse simultáneamente ambas cabinas del tren. Para ello, los sistemas de conducción establecerán un sistema de prioridades, de forma que impida la activación de ambas de forma simultánea.

El licitador deberá de presentar un procedimiento de activación de cabina, incluyendo aquellas derivadas de la conexión eléctrica, comprobaciones, e inicio de marcha. De la misma manera presentará la secuencia de desactivación certificando que esta se realizará de forma segura y sin riesgo para el conductor.

7.1.3. Reversibilidad.

El vehículo será 100% reversible, teniendo una cabina de conducción en cada extremo, y puertas de acceso en ambos flancos laterales.

7.1.4. Condiciones de explotación.

Las unidades deberán de funcionar bajo servicio comercial hasta 18 horas diarias, de 6 de la mañana a 12 de la noche, con unas frecuencias medias de entre 9 y 10 minutos, previéndose unos 15.000 km mensuales por vehículo (incluyendo las paradas de mantenimiento). Contando los tiempos de salida y vuelta a cocheras, se considera para el dimensionamiento de los equipos de los trenes un ciclo de funcionamiento de 20 horas diarias, con la posibilidad de que, de modo extraordinario, los trenes circulen 24 horas seguidas.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 30 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

La velocidad máxima de explotación será de al menos 70 km/h, la cual será mantenida durante gran parte del recorrido interurbano, siendo limitada a 50 km/h como máximo en la zona urbana. En curva la aceleración transversal no compensada no será superior a 0,65 m/s².

No se prevé la utilización del freno de emergencia en operación normal, pero debido a la circulación en zonas pobladas estos frenos deberán de estar preparados para un uso de hasta 5 veces diarias sin reducción de sus prestaciones de frenado.

El licitador deberá realizar y presentar simulaciones sobre las solicitaciones en los equipos tracción-freno, necesarias para el dimensionamiento de los mismos, de acuerdo al trazado y perfiles longitudinales de la línea, en los siguientes supuestos:

- En vacío.
- En condiciones de carga Normal (CCN-4 personas/m²), considerando la explotación de un sistema tranviario en condiciones normales durante un ciclo completo de 20 horas y una explotación durante 5 trayectos (ida + vuelta) sin freno eléctrico regenerativo.
- En condiciones de carga Máxima (CCM-6 personas/m²) con un bogie o una cadena de tracción fuera de servicio (usar el caso más desfavorable para el material móvil ofertado), gráfico para una ida y vuelta completa.
- En condiciones de carga Excepcional (CCE-8 personas/m²) con un bogie o una cadena de tracción fuera de servicio (usar el caso más desfavorable para el material móvil ofertado), gráfico para una ida y vuelta completa.

7.2. Modos de conducción.

Los modos de conducción vendrán definidos por los sistemas de señalización ferroviaria. No obstante, de manera natural el vehículo estará diseñado para los siguientes supuestos:

- Conducción en modo normal.
- Conducción en modo maniobra.
- Acoplamiento y remolque.
- Explotación en modo degradado.

7.2.1. Conducción en modo normal.

Será el sistema de conducción en servicio comercial. La conducción del sistema tranviario será marcha a la vista y respetando las limitaciones de velocidad impuestas por las placas y señales fijas de la línea así como las establecidas por las consignas de explotación.

Solo será posible la conducción desde la cabina delantera del vehículo, y es imposible el mando simultáneo desde las dos cabinas. La primera cabina que se haya utilizado es la que activa la prioridad, y en caso de conflicto, se aplicará un freno de emergencia hasta la total detención del vehículo.

Un selector giratorio y con la posibilidad de enclavarse en la consola de operación permitirá al conductor realizar las acciones siguientes:

- La activación del vehículo.
- Poner en servicio la función “Conducción normal”.
- Poner en servicio la función “Conducción de maniobra”.

Cuando un conductor sale de la cabina, el vehículo queda preparado. Se pide que un sistema tranviario preparado tenga el conjunto de sus funcionalidades activas (alumbrado, climatización, etc...) excepto

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 31 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

las correspondientes a conducción y tracción que deben mantenerse aisladas y fuera de servicio hasta que se vuelva a seleccionar la puesta en servicio de un modo de conducción.

7.2.2. Conducción de maniobra.

Como se ha indicado en el punto anterior, será un modo seleccionable desde la consola de operación que limitará la velocidad de la unidad a 3 km/h. Será una conducción reservada para maniobras de aproximación, para circulación en talleres y para las maniobras que requieran de un movimiento lento y medurado en general.

7.2.3. Acoplamiento y Remolque.

Las unidades vendrán equipadas con un sistema de unión que permita el acoplamiento de dos unidades, tanto para la operación en doble composición como para la realización de una maniobra de socorro. Este acoplamiento deberá ser mecánico (tanto para empuje como remolque), pudiendo ser también eléctrico, neumático y electrónico de forma que todo el conjunto sea controlado por una misma unidad, tanto por los sistemas propios de la unidad como por los sistemas de control que pudiesen ser instalados por terceros.

Este sistema estará ubicado en ambas cabeceras de las unidades, quedando oculto bajo los faldones delanteros aunque de fácil acceso permitiendo una conexión en un periodo inferior a 3 minutos por 2 personas. Tras el acople no deben de quedar piezas sueltas u oscilantes que puedan extraviarse o generar algún tipo de daño a las unidades o terceros con el movimiento de los trenes.

Todos los sistemas de control de ambas unidades tendrán constancia de la existencia de una doble composición, detectando en cuál de ellas se encuentra la unidad maestra. De la misma manera, los sistemas deberán de tener programada cualquier secuencia que fuera necesaria para esta operación, ya sea relativo a los esfuerzos de tracción y freno como a las distancias de seguridad en caso de que estas variasen por estar en doble composición.

Las condiciones de carga a soportar en estos casos vienen definidas dentro de los apartados de prestaciones. No obstante, estas deben de estar complementadas con:

1. Posibilidad de realizar desbloqueo de los frenos del vehículo averiado desde el vehículo de socorro.
2. Posibilidad de activación de los frenos de emergencia de ambas unidades desde el vehículo de socorro.
3. Activación de la señalización sonora y acústica de ambas unidades desde el vehículo de socorro.
4. En caso de vehículo empujado, los sistemas de circulación de la cabina activa podrán funcionar con las antenas y balizas ubicadas en la unidad empujada.
5. Debe de existir posibilidad de comunicar mediante interfono entre las cabinas de ambas unidades.

En cualquier caso, el licitador indicará los modos de acoplamiento para realizar este de la forma más segura para las personas que lo realicen, así como indicar cualquier otra funcionalidad adicional en las maniobras de socorro.

7.2.4. Explotación en modo degradado.

El vehículo deberá de tener posibilidad de operación en modos degradado y situaciones de emergencia, los cuales vendrán definidos en función del equipo que falle, de las características del fallo (fallo de confort, de prestaciones o de seguridad) y de su impacto sobre las prestaciones del sistema tranviario.



Como norma general, el tren vendrá equipado con un selector de cambio de modo normal a modo degradado o de emergencia, de forma que permita los modos de conducción de tracción, freno y deriva, limitados en escalones respecto a la demanda máxima.

El licitador presentará asimismo los diferentes modos de fallo de los diferentes lazos (puertas, tracción, etc.), equipos (tracción, freno, convertidor, etc.) así como las posibilidades de rearme de los diferentes fallos. En especial, presentará la forma de operación en los modos especiales que se indican a continuación:

1. Conducción de remolque: La limitación de velocidad vendrá dada por las prestaciones del material móvil sin menoscabo de que el PCC pueda establecer limitaciones en función de la complicación, y de la necesidad de retirada de la unidad averiada hasta los talleres y cocheras.
2. Conducción de empuje: Las condiciones son similares al caso de remolque, pero con situaciones de visibilidad por parte del conductor. Existirá una limitación a 10 km/h, si bien esta limitación podrá ser configurable.
3. Conducción con frenos averiados: Un problema de frenado hará cambiar la distancia de frenado, por lo que habrá una limitación en la velocidad límite en función de la capacidad de frenado resultante mostrada a través de un visor luminoso en cabina que el conductor deberá respetar para poder efectuar frenadas con seguridad. Para ello se definirán escalones de velocidad máxima en función de la magnitud de la avería sobre los frenos.
4. Conducción marcha atrás: La velocidad se limita a 10 km/h, si bien se podrá solicitar niveles inferiores de velocidad. La cabina dispondrá de un conmutador para este nivel de marcha que estará sellado con alambre de plomo o similar y que permitirá ignorar el límite anterior, haciendo el trayecto a la velocidad que marque el operador en el PCC. En caso de accionamiento del conmutador se activarán las señales de aviso tanto en cabina y externas, luminosas y acústicas, con objeto de advertir tanto al conductor como al resto de personas.
5. Conducción con tracción reducida: Cuando un sistema tranviario quede con alguno de sus equipos de tracción-freno fuera de servicio, pero aún conserve el 50% de ellos, deberá poder funcionar con prestaciones de aceleración reducidas y con una limitación de velocidad de 40 km/h si es necesario por prestaciones de frenado. Al igual que en el caso de frenos averiados, se definirán escalones de capacidad de empuje en función de la gravedad de la situación.

7.3. Funcionamiento de puertas.

A continuación se define el modo de funcionamiento que deben tener las puertas del sistema tranviario a suministrar tanto en modo de explotación normal como en el modo de explotación degradado.

7.3.1. Servicio normal de las puertas.

Las puertas serán automáticas, deslizante hacia el exterior, con accionamiento eléctrico y mando microprocesado. Tendrá detector de obstáculos y los elementos móviles accesibles por los viajeros no podrán dejar atrapadas a personas.

El servicio de las puertas se define como “libre servicio “, la apertura de las puertas es realizada por el viajero que entra o sale accionando botones pulsadores ubicados en la puerta (se aceptan otras propuestas alternativas equivalente, como por ejemplo banda táctil, justificando sus bondades). Habrá un pulsador de apertura interior y otro exterior por cada puerta, estando los pulsadores de PMR en una posición accesible a una persona en silla de ruedas.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 33 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

Será el conductor el que autorice la apertura de puertas, la cual será viable en caso de que el tren se encuentre parado (relé de velocidad cero), y se encuentre dentro de los límites de andén. Es en este caso, en que el permiso de puertas está concedido por el sistema, en que la demanda de apertura por parte de pasajeros se puede convertir en mando.

Debido a la necesidad de encontrarse en los límites de andén, el tren podrá recibir consignas de los sistemas de circulación que le provean de esta información de posición. Al tener la información de posición y orden de marcha, el tren activará permiso para las puertas del lado ubicado hacia el andén. En caso contrario podrá ser programable en el propio material móvil, y podrá ser el conductor quien seleccione el lado de apertura de puertas.

Las puertas tendrán un tiempo temporizado el cual podrá ser regulado por las personas de mantenimiento, en rangos que van desde los 3 a los 10 segundos. De manera adicional, las puertas se cerrarán de manera individual en caso de que transcurran 30 segundos desde el último pasajero (este tiempo podrá ser configurable) sin haber recibido orden de cierre por parte del conductor. Por su parte, el conductor también dispondrá de un mando para mantener todas las puertas de un lado abiertas en caso de que así se requiera.

Previo al momento de cierre, se producirá un aviso sonoro en forma de pitido largo, el cual podrá variar en frecuencia cuando empiece el movimiento de cierre de las puertas. Asociado a los pitidos habrá indicaciones luminosas de las puertas que se van a abrir, cambiando a modo intermitente en el momento de cierre. Estas puertas dispondrán de bordes sensibles que detectarán la presencia de algún obstáculo, provocando la apertura automática previa a comenzar de nuevo la secuencia de cierre.

Todas las puertas dispondrán, en la parte interior del tren, de un sistema de accionamiento mediante palanca o seta de accionamiento de emergencia con objeto de permitir el desbloqueo de la puerta de manera manual y su posterior apertura manual. El uso de uno de estos accionamientos activará una alarma en la cabina de conducción activa. El accionamiento no permitirá la apertura de las puertas si la velocidad del convoy es superior a los 3 km/h. El licitador indicará el procedimiento de activación de dicho elemento, indicando la activación de freno de servicio, emergencia o inhibición de tracción; así como el límite de velocidad a la que será posible la apertura de las puertas.

7.3.2. Servicio degradado de las puertas.

En caso de fallo de puertas, se notificará en la pantalla del sistema de control la puerta o puertas que están en fallo y qué tipo de fallo han sufrido. En caso de que no se pueda restablecer y que una o más puertas no aseguren el cierre, el lazo de seguridad de puertas quedará abierto y no permitirá el arranque de la unidad.

Para ello las puertas contarán con un sistema de condena de puertas, que permite asegurar por un mando operativo el cierre de la puerta realizando un bypass del contacto de puerta cerrada, de forma que el lazo de puertas no impida la circulación normal. La condena de puertas impedirá la apertura de puertas mediante los dispositivos habilitados para ello.

El licitador indicará el procedimiento específico para condena de puertas, así como indicar las condiciones luminosas que avisarán al pasaje de que la puerta no está operativa, ya que una vez condenada no podrá ser utilizable por los viajeros. Asimismo el licitador indicará el número de puertas que obligará a la retirada de la unidad, con objeto de asegurar la correcta evacuación en caso de algún incidente.

7.4. Cabina de conducción.

El material móvil será bidireccional, disponiendo de una cabina de conducción en cada extremo separada del compartimento de viajeros por una mampara de cristal transparente. Dicha mampara tendrá una puerta con una cerradura bloqueable desde el exterior y el interior. La puerta, una vez cerrada, no debe poder abrirse sin llave desde el exterior de la cabina, y desde dentro de la cabina se podrá abrir sin llave. Se permitirá que el acceso del conductor a la cabina se realice desde el exterior del sistema tranviario en lugar del compartimento de pasajeros, conservando la puerta las mismas funcionalidades citadas en el presente párrafo.

La cabina de conducción integrará el pupitre de mando y conducción, en el que se incluirán todos los controles, indicadores y aparatos de medida y vigilancia que por su función deban estar al alcance del conductor.

Además de los mandos relativos a la operación, incluirá:

1. Un equipo automático de diagnóstico y registro de averías que indicará en la pantalla del terminal de la cabina el tipo de avería detectada y los pasos a seguir para su reparación total o parcial. Adicionalmente esta pantalla mostrará el estado técnico del sistema tranviario (estado de los equipos, puertas, sistemas, etc...). El licitador deberá presentar una propuesta de este equipo y muestras de las pantallas de estado técnico del sistema tranviario junto con su oferta. Se detalla con más precisión el sistema en el epígrafe 12.1.
2. Dos monitores para las cámaras-retrovisoras, en caso de que se oferten cámaras y no retrovisores fijos.
3. Un monitor con imágenes del compartimento de viajeros. El sistema CCTV embarcado suministrará al conductor distintas imágenes del pasaje, con vistas desfilantes si se estima conveniente, particularmente de la zona de puertas. Adicionalmente esta pantalla puede albergar, mediante una cámara externa, la función “marcha atrás”.
4. En la pantalla del terminal de cabina se mostrarán los datos de explotación referentes al servicio comercial que está actualmente realizando el sistema tranviario, como por ejemplo el número de agente, número de unidad, número de línea...
5. Una pantalla SAE donde se le mostrará al conductor un sinóptico con la situación de su unidad, de manera general en la línea o respecto de la unidad que la precede y la que la sigue. Aunque el suministro de los equipos SAE no compete al adjudicatario del material móvil, sí les compete su instalación y se le exige que se respeten y preparen las necesarias reservas de espacio, huecos para cableado y el resto de preinstalaciones necesarias.
6. El mando de los aparatos de vía, realizado a través de una botonera con 3 botones (petición a izquierdas, recto y a derechas). La conexión de estas botoneras a la unidad de control de señalización ferroviaria y la instalación de ésta corre a cargo del adjudicatario de material móvil, pero que deberá respetar las preinstalaciones necesarias. Dichos botones de mando de aguja se iluminarán cuando la antena IMU embarcada esté ubicada sobre el receptor en vía.
7. Los mandos, consolas y pantallas (IHM) de los sistemas embarcados de terceros, como pueden ser los de señalización ferroviaria, semaforización, o lo relativo a cualquier otro sistema de explotación.
8. Terminal de la consola TETRA (radioteléfono), incluyendo handset e IHM de las indicaciones por datos.
9. Resto de mandos necesarios, tanto externos (e.g. arenado del carril) como para la cabina de pasajeros y de conductor, como los relativos a climatización, iluminación, micrófono para megafonía e interfonía de cabina de pasajeros, etc.

De manera adicional, la cabina tendrá acceso a:

1. Los armarios eléctricos, cuadros de alimentación, paneles de relés, etc.
2. Limpiaparabrisas para luna frontal.
3. Sistema para el cartel interior.
4. Parasol.
5. Extintor.
6. Asiento del conductor.

La cabina de conducción debe ser considerada un puesto de trabajo a todos los efectos, desde el inicio del diseño por el licitador. Se hará especial énfasis en los puntos siguientes:

1. Ergonomía y confort para el conductor y el acompañante.
2. Visibilidad.
3. Interfaces con los viajeros.
4. Interfaces con la explotación.
5. Evacuación rápida del conductor en caso de urgencia.
6. Estética y personalización de la cabina.

El licitador deberá ofertar un tipo de cabina que cumpla con todas las normativas vigentes de ergonomía en los puestos de trabajo.

7.4.1. Ergonomía y confort.

La función de ergonomía de la cabina consiste en instalar al conductor en una posición sentada óptima para efectuar, en su jornada de trabajo, todas las tareas de conducción de un sistema tranviario.

La cabina debe permitir, con la puerta cerrada, la presencia de un acompañante o formador, que debe poder acceder fácilmente al freno de emergencia y al radioteléfono. Un agarre se instalará en su ubicación para que la persona pueda cogerse a él si es necesario.

Con tal de mejorar el confort del conductor, la cabina estará climatizada, con un reglaje de temperatura progresivo e independiente del compartimento de pasajeros. Se aceptará que la climatización de las dos cabinas funcione simultáneamente.

En modo degradado, la cabina debe poderse ventilar de manera natural, a través de ventanas laterales.

La comunicación entre las dos cabinas del mismo vehículo o entre cabinas de trenes acoplados debe ser por interfonía, del tipo manos libres.

La comunicación entre el sistema tranviario y el PCC se efectuará a través de un sistema de radiocomunicaciones TETRA que no forma parte del suministro del material móvil, pero el licitador deberá dejar las reservas necesarias para su instalación, respetando las normas de espacios y ergonomía.

Las alarmas y los tratamientos de las incidencias se materializarán en una pantalla, que incorporará la ayuda para resolver incidencias (destinada al conductor) y un listado de las anomalías/alarmas que será usado por el Mantenimiento.



El licitador deberá tener en cuenta el estudio ergonómico de los equipos embarcados tales como los de señalización aunque no formen parte de su suministro. (Posición del conductor al observar la pantalla, facilidad al accionar posibles mandos, etc.).

7.4.1.1. Asientos.

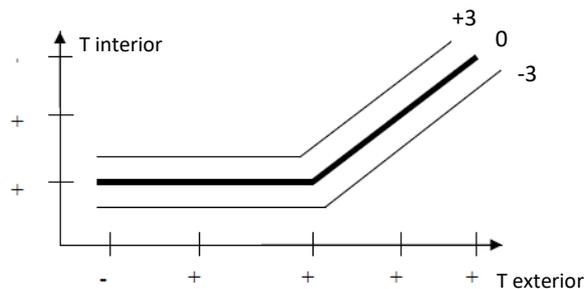
El asiento del conductor será graduable en altura, en inclinación y en profundidad, en inclinación del respaldo y de los soportes lumbares y cervicales. Debe responder a las exigencias de ergonomía derivadas de su función de confortabilidad para conductores de distintos sexos y tallas. Los ajustes serán rápidos, sencillos de hacer y robustos.

7.4.1.2. Climatización/Calefacción/Ventilación.

La difusión del aire será lo más uniforme posible y la velocidad del aire no superará 1 m/s. El sistema debe asegurar un caudal de aportación de aire tratado de 800 m3/hora en la cabina de conducción, teniendo como mínimo 4000 W de potencia de calefacción y 4500 W de potencia frigorífica.

El licitador presentará el sistema propuesto mediante un estudio de refrigeración, con objeto de mantener la temperatura en cabina entre 19° y 25°.

Si bien el sistema de climatización se ajustará a una temperatura en función de la temperatura exterior, dicha temperatura será ajustable por el conductor y se preverá para cada cabina un mando que permita ajustar entre los -3 grados y los +3 grados de la línea marcada como 0 en el gráfico siguiente.



El personal de mantenimiento, sin sustitución de ningún equipo, puede fácilmente ajustar la temperatura de cambio de climatización de los 18°C a la temperatura que deseen.

Las otras características del sistema de climatización de la cabina del conductor serán conformes a las prescripciones de la ficha UIC553-1.

7.4.1.3. Acondicionamientos varios.

En la cabina se instalarán algunos elementos para acondicionar la mejor, concretamente se preverá un perchero o una caja para que el conductor deposite sus efectos personales, y agarraderas u otros elementos de seguridad equivalentes.

7.4.1.4. Iluminación interior.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 37 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

El nivel de iluminación dentro de la cabina será superior al del compartimento de los pasajeros. La iluminación será ajustable por el conductor. A su máxima potencia, llegará a los 300 lux a 1 metro del suelo.

7.4.2. Visibilidad.

Para asegurar que la conducción es lo más segura posible, el conductor debe tener la máxima visibilidad desde su puesto de trabajo. La disposición de la cabina (parabrisas, asiento...) permitirán al conductor una visibilidad conforme a la reglamentación UIC617-7.

Adicionalmente, el conductor debe poder distinguir un obstáculo de 1,20 metros de altura ubicado a 1 m por delante del vehículo. Adicionalmente se tratará de proporcionar la mejor visión posible hacia abajo y hacia arriba.

7.4.2.1. Parabrisas y ventanales laterales de cabina.

El conjunto del parabrisas y los ventanales laterales permitirá una visión en horizontal de 180°, y se cuidará que los ángulos muertos entre el parabrisas y los ventanales laterales sean lo más reducidos posibles.

Las ventanas laterales serán abatibles y permitirán al conductor asomarse y ver el lateral del sistema tranviario completo.

Dichas ventanas también deberán servir para la entrega y devolución de llaves, documentos o útiles de explotación en general.

Estas ventanas permitirán ver a través suyo los retrovisores exteriores laterales (en el caso que no se instalen cámaras retrovisoras) y estarán fabricadas en vidrio laminado o equivalente y tendrán alta resistencia a impactos exteriores.

Las ventanas frontales estarán montadas con una inclinación de por lo menos 8° y serán capaces de evitar el deslumbramiento del conductor (por el sol, luces fuertes exteriores durante las horas nocturnas, etc.).

Las ventanas laterales serán de vidrio laminado y tintado, y deben estar diseñadas para respetar.

1. Coeficiente térmico del sistema tranviario como conjunto < 3 W/m²°C.
2. K Transmisión lumínica ≈ 0,6-0,7.
3. Factor solar acristalamiento < 0,4.

El parabrisas no estará tintado en la parte situada delante del conductor.

Un dispositivo constituyente de elementos calentadores, colocados en el interior del parabrisas, asegurará que no se forme escarcha sobre la zona de visión del conductor. Adicionalmente habrá un sistema antivaho para los cristales laterales.

Toda la cristalería de la cabina y del vehículo en general dispondrá de una adecuada resistencia mecánica y al impacto. Se recomienda que se sigan las normativas NF F31-250 (2013) y NF F01-492, 1 y 2.

7.4.2.2. Equipos complementarios.

Se instalarán algunos dispositivos complementarios para asegurar la visibilidad del conductor. Tales dispositivos cumplirán las siguientes funciones:

1. Evitar el deslumbramiento, sea a través del parabrisas o de los cristales laterales. Se pide una solución de tipo panel deslizante o similar, que proteja efectivamente al conductor y no suponga un obstáculo para su visibilidad.
2. Eliminar las precipitaciones que se pudieran quedar en el parabrisas. El dispositivo de limpieza debe limpiar la superficie manteniendo libre el cono de visión del conductor. Deberá ser prácticamente invisible en posición de reposo y no debe dañarse por el hecho de pasar por un túnel de lavado.

Limpiar el parabrisas de la suciedad que pueda haberse acumulado pulverizando un líquido de limpieza. El depósito para dicho líquido debe ser prácticamente invisible, y de fácil apertura desde fuera.

7.4.3. Mandos y controles a disposición del conductor.

Los mandos y los controles a disposición del conductor deben estudiarse en un marco común para evitar la multiplicidad de mandos y para asegurar la concisión de los mensajes que le son transmitidos.

En el diseño del pupitre, el adjudicatario realizará los estudios ergonómicos necesarios con objeto de conseguir la distribución más racional posible de todos los elementos, consolas, IHM, etc. en función del uso esperado de los mismos y permitir el uso intuitivo de los elementos más críticos. Con éste objetivo, la distribución de los equipos en el puesto de conducción debe ser la siguiente:

1. Zona primaria, instalando todos los equipos, indicadores y mandos de uso continuo, habitual o críticos, de primera importancia o grado para la conducción del vehículo, la explotación o el servicio de las puertas.
2. Zona secundaria, donde se instalarán los equipos, indicadores y mandos usados esporádicamente en la conducción y que no sean críticos para la explotación, que el conductor debe poder accionar /maniobrar/consultar en posición sentada.
3. Zona terciaria, donde se ubicarán los mandos e indicadores de tercera importancia o tercer grado, es decir, aquellos que no son necesarios para la conducción y cuyo uso pueda ser eventual y/o únicamente en posición de parada de tren. Para accionarlos es aceptable requerir que el conductor se levante de su puesto.

En el presente pliego se suministra una lista (no exhaustiva y en función de la configuración final de los equipos) de los elementos (señales y mandos) a instalar en el pupitre de conducción.

1. Selector del tipo de marcha (normal, maniobras/lavado).
2. Selector del sentido de la marcha.
3. Velocímetro con cuentakilómetros.
4. Pulsadores de puesta en marcha de los sistemas auxiliares (pantógrafo, disyuntor, climatización, batería o sistema de autonomía...).
5. Pulsadores para el mando de apertura de puertas (autorización de lado de apertura, derecha/izquierda).
6. Funciones anejas de puertas.
7. Mando de arenado del carril.
8. IHM FAP (Frenado automático puntual)
9. Micrófono y pulsador de megafonía interior.
10. Radioteléfono.
11. Mando de las luces exteriores (cortas, largas, posición, warnings, etc.).

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 39 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	



12. Limpiaparabrisas, lavaparabrisas, antivaho.
13. Control de espejos retrovisores o cámaras retrovisoras.
14. Parasol.
15. Botones de mando de agujas (3, izquierda, recto, derecha)
16. Pantalla con estado técnico del vehículo y autodiagnóstico de fallos.
17. Hombre muerto (en manipulador y pedal).
18. Monitor de SAE.
19. Mando de las luces de la cabina.
20. Botón de prueba de lámparas (todas las del pupitre y alumbrados exteriores e interiores).
21. Resto de pantallas para los sistemas embarcados de CCTV.

Asimismo incluirá los IHM de los elementos embarcados asociados a la circulación, como los relativos a la señalización ferroviaria o a la semaforización.

Todos los monitores y pantallas que se oferten serán en color, de tecnología moderna, inmune a interferencias, bajo consumo, y estará previsto su apagado parcial cuando no se estén usando para alargar su vida útil. En la oferta deberá definirse dicha vida media de los monitores.

Se ofertarán varios materiales para la carcasa del pupitre de conducción, teniendo en cuenta que debe ser fácilmente lavable, resistente a la abrasión y al calor, no debe de colorarse con el uso y debe ser inastillable. Será de concepción modular y será fácil desmontarlo de su peana para la revisión de conexiones y/o equipos.

7.4.4. Interface con los viajeros.

El conductor estará físicamente aislado de los viajeros por una mampara transparente con una puerta. La puerta será de muy fácil apertura desde el interior de la cabina para facilitar la evacuación del conductor, y se podrá cerrar y bloquear desde dentro y desde fuera (por el conductor o por el personal de operación) esté la cabina ocupada o no. La puerta debe proteger al conductor de todos los esfuerzos y choques que puedan ser producidos por los viajeros.

8. TRANSPORTE DE LOS VIAJEROS.

El vehículo debe poder transportar a un conjunto poblacional que incluirá, entre otros, los siguientes tipos de viajeros:

1. Las personas con cochecitos de niño.
2. Las personas con movilidad reducida (personas mayores, heridas o con discapacidad leve).
3. Personas con movilidad reducida en silla de ruedas, con o sin ayuda.
4. Las personas con problemas de visión y los invidentes.
5. Las personas con problemas auditivos y los sordos.
6. Los viajeros con bicicletas.

8.1. Accesibilidad.

8.1.1. Accesibilidad de los viajeros.

El piso del sistema tranviario será 100% piso bajo, tendrá unas alturas comprendidas aproximadamente entre 300 y 350 mm, con rampas de pendiente prácticamente inapreciable por los viajeros. En cualquier caso, la altura de piso será tal que permita cumplir la normativa vigente en materia de accesibilidad. A continuación se definen los requisitos básicos de accesibilidad.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 40 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

La transferencia de pasajeros entre el andén y el tren debe diseñarse teniendo en mente dos objetivos contrapuestos:

1. Asegurar la comodidad y seguridad de los viajeros que cruzan las puertas.
2. Realizar la transferencia en el tiempo más breve posible para minimizar el tiempo perdido en la parada.

El dimensionamiento de las puertas responderá a los dos objetivos siguientes:

1. Repartir las aberturas a todo el largo del lateral del sistema tranviario.
2. Dimensionar esas aberturas del máximo tamaño posible.
3. Disminuir al máximo los tiempos de apertura y cierre de las puertas.

Dichos objetivos han llevado a definir los criterios siguientes para el dimensionamiento y diseño de las puertas:

1. Las puertas serán motorizadas y de montantes dobles (el ancho total de la abertura debe permitir como mínimo a dos personas el paso simultáneo a través de ella).
2. La longitud de las puertas debe de ser superior al 20% sobre la longitud total de sistema tranviario.
3. En el caso que la cabina del conductor no tenga salida directa hacia fuera, se admiten puertas sencillas en los extremos del tren, en las inmediaciones de la cabina del conductor.
4. El suelo de las puertas deberá ser bajo y estar a la misma altura que los andenes (ver apartados anteriores).
5. Las puertas tendrán una altura mínima de dintel de 1,90 metros.
6. El tiempo de cierre de las puertas será ajustable por personal de Mantenimiento, entre 3 y 10 segundos. Adicionalmente las puertas podrán ser cerradas por el conductor.

Además, los botones de cierre de las puertas, interiores y exteriores, deberán estar ubicados en lugares visibles y accesibles (incluso para PMR), y ser de manipulación muy sencilla. La ubicación de los pulsadores para los PMR debe ser tal que su uso no les entrañe una dificultad a la hora de acceder al vehículo y deberán poderse accionar con la palma de la mano. Las puertas PMR dispondrán de dos pulsadores de apertura de puerta, uno a la altura normal y otra apta para accionarse desde una posición sentada.

La diferencia de altura entre el suelo de acceso de las puertas y el andén debe mantenerse entre +0 y +5 cm, sean cuales sean los valores de desgaste de rueda, vía y carga del tren. La distancia horizontal entre el coche y el andén deberá ser inferior a 5 cm. Se recomienda que la distancia vertical entre coche y andén no sea nunca negativa (estas distancias se conocen habitualmente como GAP). Dichos valores se han extraído del Real Decreto 1544/2007, de 23 de noviembre, por el que se regulan las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los modos de transporte para personas con discapacidad, del apartado de ferrocarriles Metropolitanos, y del Real Decreto 537/2019, de 20 de septiembre, que lo modifica (publicado en BOE el 9 de octubre de 2019).

El licitador deberá presentar planos acotados usando como referencia la altura de 30 cm del andén sobre el carril (cota cero) y definiendo él mismo la distancia eje de vía - andén que resultará con una distancia eje de vía-borde de andén de 1400 mm (definirá tanto laguna horizontal como vertical).

En caso que los valores de GAP no cumplan lo pedido en la normativa mencionada, el licitador propondrá métodos para reducir o minimizar dichas lagunas.

Nota: siempre respetando el reglamento que Operador desee plantear, los viajeros deben poder transportar sus bicicletas sin que el entorno sufra ninguna degradación.

8.1.2. Accesibilidad del conductor.

El conductor y el personal de explotación deben poder acceder a la cabina de conducción pasando por el compartimento de pasajeros, accediendo a él por una puerta próxima a la cabina. Esta puerta de acceso al sistema tranviario debe poderse cerrar, abrir y bloquear desde el interior y el exterior del vehículo, con o sin presencia de energía eléctrica. Como se ha dicho antes, se admitirá que el acceso del conductor se realice directamente desde el exterior, respetándose las funcionalidades definidas.

8.2. Habitabilidad.

Los sistemas tranviarios estarán concebidos para que el viajero perciba el viaje como agradable. Los licitadores presentarán diagramas de distribución interior de los trenes, teniendo en cuenta los siguientes objetivos:

1. Obtener una tasa de confort de al menos el 25% (tasa de confort entendida como la relación entre plazas sentadas y la ocupación en condiciones normales del vehículo, CCN-4 personas/m²). Para el cálculo de esta tasa se pueden contabilizar los asientos abatibles.
2. Se priorizará una distribución de asientos transversal sobre una distribución longitudinal.
3. Los asientos, los apoyos para personas de pie (si los hay) y las barras de prensión existirán en número suficiente para permitir a todos los viajeros mantenerse sujetos en caso de frenada de emergencia.

8.2.1. Acondicionamiento del vehículo.

En los compartimentos y pasadizos del sistema tranviario, los pasajeros pueden desplazarse, mantenerse en posición sentada o de pie.

8.2.1.1. Desplazamiento dentro del vehículo.

Todos los viajeros, con excepción de los PMR que se tratan más a delante en este mismo apartado, deberán poder desplazarse a través de los compartimentos y pasillos sin encontrar obstáculos que no puedan salvar.

Los PMR deberán disponer de una ruta que les lleve por tramos de piso bajo hasta un espacio donde puedan estacionarse con comodidad y a la vez librar el paso para más pasajeros. Las zonas por donde deba pasar el PMR deberán tener un ancho de paso de por lo menos 800mm, incluso cuando a los lados haya pasajeros sentados.

Cada acceso de PMR llevará por lo menos a dos ubicaciones donde se pueda estacionar una silla de ruedas con comodidad.

8.2.1.2. Viajeros en posición sentada.

La oferta de plazas sentadas puede aumentarse instalando asientos abatibles, pero es imperativo que su uso por personas no presente ninguna interferencia con los anchos de paso, y deben estar instalados en sitios que insten a las personas que los utilicen a levantarse si el tren está funcionando con una carga superior a la CCN.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 42 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	



8.2.1.3. Viajeros de pie.

Las superficies en las que los viajeros se estacionan en posición de pie, son los mismos a través de los que se desplazan. Las mismas restricciones citadas para las zonas de desplazamiento aplican a las zonas para estacionar de pie.

8.2.1.4. Modularidad.

Se valorará que la distribución interior del sistema tranviario sea modificable, y que se pueda cambiar, con poca inversión y esfuerzo, la distribución, el tipo y el número de asientos.

8.2.1.5. Pasillo de circulación entre cajas.

Las cajas deberán estar comunicadas entre ellas por pasillos articulados de circulación. El pasillo será de construcción robusta y ligera. Resistirá a los esfuerzos que pueda recibir al circular por las vías.

Las cajas y el pasillo formarán una unión estanca, que impedirá la entrada de polvo o agua incluso en el lavado a mano y con máquina de lavar.

Se respetará una anchura libre de paso de 1,6 metros (en la zona entre cajas), en toda la sección del pasillo, y se valorará positivamente que se oferte una anchura mayor.

8.2.2. Asientos, apoyos y barras.

Los puntos de apoyo y las barras deberán estar dispuestos de manera que el acceso, el desplazamiento dentro del vehículo y la salida de los distintos tipos de pasajeros no se vean impedidos, y se dedicará especial atención a las zonas PMR para estacionar la silla de ruedas.

Los asientos y apoyos tratarán de buscar un equilibrio entre el confort del viajero y el espacio ocupado para ofrecer un nivel de confort aceptable a un número grande de viajeros.

El diseño de las barras del sistema tranviario permitirá la instalación del billete embarcado (canceladoras embarcadas).

8.2.2.1. Asientos.

Las dimensiones y el perfil de los asientos para los viajeros estarán adaptados a las medidas estándares para la población. Podrán ser de tipo individual o para dos personas (tipo banqueta), y el ancho disponible para sentarse no será inferior a 45 cm.

Los asientos abatibles cuando estén en posición subida, estarán dimensionados para actuar como apoyo para una persona.

Los asientos cumplirán la siguiente serie de condiciones básicas:

1. Su coloración se realizará sobre el total de la masa del asiento, no únicamente sobre la superficie (para minimizar los futuros repintados).
2. Sus características de ergonomía y anatomía estarán estudiadas para evitar fatiga al pasajero por vibraciones.
3. No presentarán ningún ángulo vivo ni ningún borde cortante.
4. Tendrán un aspecto agradable.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 43 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	



5. Serán fácilmente desmontables e intercambiables usando herramientas específicas, y de bajo coste de sustitución.
6. Si existe tejido en los asientos será fácil de limpiar, ignífugos y al desgarro.
7. Se valorará que todos los asientos sean iguales e intercambiables entre ellos, o al menos por grupos de asientos.
8. El anclaje de los asientos, en la medida de lo posible, se realizará sobre los laterales del sistema tranviario, dejando el suelo libre de obstáculos (dejando más espacio para las piernas del pasajero y facilitando las labores de limpieza de los interiores).

8.2.2.2. Apoyos y barras.

Los apoyos y barras de enganche dentro del vehículo deben permitir el desplazamiento y la fijación de cada viajero con toda seguridad, sean las que sean su talla, peso y su posición en el vehículo. Todo esto, para todas las capacidades de carga del sistema tranviario.

Adicionalmente, estos apoyos y barras de enganche no deben penalizar el desplazamiento, el acceso o la salida de los viajeros, incluidos los viajeros en silla de ruedas. Su posición no puede entrañar riesgo para los viajeros en caso de movimientos intempestivos del vehículo. Las dimensiones de estos apoyos y barras deberán ser compatibles con toda la gama de potenciales pasajeros, incluidas las personas con dificultades para agarrarse.

El licitador deberá poder demostrar la bondad de su implantación de estos equipos con un estudio que simule los desplazamientos y estacionamientos de distintos tipos de pasajeros en el interior del vehículo.

8.2.3. Ventanas.

El compartimento de pasajeros tendrá ventanas fijas como norma general, pero al menos cuatro de ellas se podrán abrir por su parte superior, y estarán diseñadas de manera tal que sea imposible para una persona sacar la cabeza o los brazos por ellas. Para abrir o cerrar las ventanas será necesario el uso de una llave de explotación tipo cuadradillo o similar.

Las ventanas serán de vidrio laminado y tintado, y deben estar diseñadas para respetar:

1. Coeficiente térmico del sistema tranviario como conjunto < 3 W/m².°C (con ventanas cerradas).
2. K Transmisión lumínica ≈ 0,6-0,7.
3. Factor solar acristalamiento < 0,4.

Toda la cristalería de la cabina y del vehículo en general dispondrá de una adecuada resistencia mecánica y al impacto. Se recomienda que se sigan las normativas NF F31-250 (2013) y NFF01492.

8.2.4. Revestimientos.

8.2.4.1. Suelo.

El pavimento del suelo del sistema tranviario deberá cumplir las siguientes condiciones:

1. Buen aislamiento térmico.
2. Buen aislamiento acústico.
3. Resistente a las vibraciones.
4. Impedirá la entrada de agua bajo el mismo.
5. Será fácil de colocar para minimizar el coste de las reposiciones, totales o parciales.
6. Será de un material estándar fácil de adquirir como repuesto.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 44 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	



7. Será fácil limpiarlo con agua y productos de limpieza, sin que se deteriore por la humedad.
8. Deberá ser incombustible.
9. Imputrescible.
10. Debe tener calidad antideslizante, incluso cuando esté húmedo.
11. Debe conservarse en perfectas condiciones (sin abultamientos, despegues, pérdidas de color...) durante diez años o 1.000.000 km, como mínimo.
12. Debe ser resistente al calor, a los agentes químicos y a las quemaduras de cigarrillos.
13. Las juntas del suelo con las paredes deberán ser totalmente estancas.

8.2.4.2. Paredes.

El revestimiento de las paredes se efectuará con paneles enteros de material de resina de poliéster, fenólica o similar. Serán de un material resistente a las ralladuras que puedan tratar de hacer los viajeros e incombustible, con una calificación mínima M1.Tendrán coloración másica total y no necesitarán ser pintados. Se valorará que dichos revestimientos tengan un tratamiento antigraffiti.

Debajo del revestimiento se instalará una capa de material de características ignífugas M0-F0 que no pueda desprender fibras. Se evitará el uso de materiales tipo lana mineral o de vidrio, y si son utilizados, se hará con protección de bolsa incombustible.

Se procurará que los módulos de las paredes sean extraíbles con facilidad para simplificar y acortar las tareas de mantenimiento.

8.2.4.3. Techo.

La parte interior del techo cumplirá las mismas condiciones que las paredes. Estará compuesto de módulos fijados y sujetados de tal forma que el traqueteo sea nulo, que no se suelten con facilidad y que no se hundan a largo plazo.

La solución final para el techo dependerá de las decoraciones que se elijan, de las salidas de aire acondicionado, de las canalizaciones eléctricas para alumbrados y servicios, etc...

8.3. Confort.

8.3.1. Confort dinámico.

En el presente apartado se definirán los valores de aceleración, vibraciones y jerk (sacudida) máximos que podrán darse en el tren.

8.3.1.1. Aceleraciones y deceleraciones máximas.

En los apartados 6.2.1.3. y 6.2.1.4. del presente documento se hallan los valores máximos citados.

8.3.1.2. Vibraciones.

El comportamiento dinámico de la unidad es ha de ser tal que garantice unas buenas condiciones de confort de los pasajeros. Los valores RMS ponderados según ISO 2631 de la aceleración aritmética media en cada tramo entre estaciones, en condiciones nominales de circulación, han de ser menores que el valor correspondiente al límite de confort reducido para una hora como se define en la norma citada.

Las frecuencias propias de las vibraciones habrán de estar alejadas al máximo posible de las zonas de mayor sensibilización.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 45 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

Se aplicará la norma NFE 0.90.401 y la UNE EN 12299. Así mismo, se tendrá cuidado de no superar los siguientes valores máximos de aceleración:

14. Vertical 0,40 m/s² entre 0,5-20 Hz.
15. Longitudinal y transversal 0,32 m/s² entre 0,7-10 Hz.

Además, se respetará en todo momento la normativa municipal que sea aplicable.

Por otra parte, en referencia a las vibraciones emitidas a vía y plataforma se respetarán las normativas municipales, o en su defecto, las de la municipalidad de Alcalá de Guadaíra o de la Comunidad Autónoma de Andalucía

8.3.1.3. Jerk (sacudida).

El valor del jerk máximo que se permitirá será de 0,8 m/s³.

8.3.2. Confort acústico.

La unidad estará diseñada para cumplir con la normativa existente en cuanto a nivel de ruido admisible en el interior y exterior de este tipo de vehículos.

Los techos, laterales, frontales y suelos de las unidades llevarán aislamiento térmico y acústico.

Al no existir en el caso de España ninguna metodología de cálculo oficial para realizar estimaciones provisionales de los niveles de inmisión de ruido que se producirán en las zonas junto a las vías de circulación férrea, se ha optado por emplear la desarrollada por el INRETS en varios tipos de trenes en Francia, que es la recomendada por el CEDEX en sus cursos y publicaciones sobre el impacto por ruido de tráfico ferroviario, teniendo siempre en consideración los criterios establecidos en la normativa municipal existente.

Según esta normativa, la regulación del ruido en el ambiente exterior se realizará y expresará en decibelios ponderados, conforme a la red de ponderación normalizada A. Si bien, en los casos en los que deba realizarse medidas relacionadas con el tráfico terrestre y aéreo, se emplearán los criterios de ponderación y parámetros de medición adecuados, de conformidad con la práctica internacional.

Para las mediciones deberá usarse la norma española de ruidos 37/2003 del 17 de Noviembre, puesta en vigor por el Real Decreto 1513/2005, de 16 de Diciembre en su texto consolidado del 24/10/2007, así como las especificaciones contenidas en las normas UNE-EN ISO3095:2014 y UNE-EN ISO3381:2011.

Así, se considerarán estos valores máximos de ruido:

Lmax. dB (A)	Distancias a las vías											
	2 m	3 m	6 m	8 m	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m	80 m	100 m
45 Km/h	90,57	87,04	81,02	78,52	76,59	70,57	67,04	64,54	62,61	61,02	58,52	56,59

(Unidades en dBA, tomados a 1,2 metros sobre el plano de rodadura, en recta).

En las curvas del trazado, se permitirá un valor superior en +2dBA al especificado en la tabla para recta).

El nivel de ruido exterior generado por el sistema son todas las fuentes generadoras de ruido operativas, no tendrá que exceder los niveles especificados medidos con el aire en calma en el entorno del sistema.

El ruido que emite el sistema no será molesto o perjudicial para las personas que se encuentren en las proximidades o en las propias edificaciones.

Se implementarán como sistemas para reducir el ruido la instalación de ruedas elásticas y de un sistema de engrase de pestaña de rueda, siendo por cuenta del adjudicatario las medidas correctoras adicionales necesarias para el cumplimiento de las especificaciones contenidas en el presente pliego. En este sentido, el adjudicatario deberá realizar una campaña de medida del ruido generado, tomando muestras a lo largo de toda la línea y, en especial, en aquellos puntos que se consideren críticos en la generación de ruidos, como las curvas de radio reducido. Antes de su ejecución esta campaña deberá ser validada por la Dirección General de Movilidad de la Consejería de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía y sus medidas y estudios certificados por una Entidad de Control Acreditada (ECA).

El incumplimiento de los niveles de ruido y vibraciones, tanto los ofertados como los prescritos en el presente pliego, traerá aparejadas las correspondientes penalizaciones previstas en el PCAP.

Los licitadores deberán presentar referencias de líneas, donde el material ofertado esté en servicio, incluyendo mediciones de ruido externo generado por el paso de la unidad en varios puntos de la línea, al menos uno en curva de radio menor o igual de 50 metros, tanto en ámbito urbano como interurbano. Se deberá especificar la velocidad de paso de la unidad, distancia del punto de medida al eje de vía y altura del punto de medida sobre la cota del carril. La Dirección General de Movilidad de la Consejería de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía se reserva el derecho de comprobar in situ, a través de los medios que considere oportunos, los datos presentados y realizar sus propias mediciones.

El licitador deberá entregar un plan de mantenimiento con las acciones a realizar sobre los trenes para mantener estas prestaciones de bajo ruido a lo largo de toda la vida útil del tren.

8.3.3. Confort visual.

El confort visual es función de las superficies acristaladas, de la buena distribución del alumbrado eléctrico y de la armonía de los colores de los acabados.

Se valorará que se usen contrastes de colores para marcar las zonas de circulación de los viajeros dentro del vehículo.

8.3.3.1. Visibilidad hacia el exterior.

La distribución de las ventanas en la unidad será tal que permitirá a los viajeros, tanto sentados como de pie, la máxima visión del entorno en el que se mueven y particularmente de las paradas de la línea de sistema tranviario y la información que ofrecen.

8.3.3.2. Nivel de iluminación.

Explotación bajo luz natural.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 47 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	



El nivel de luz necesario vendrá directamente de la luz del sol. Los elementos transparentes de los tabiques internos de separación (si los hay) deberán estar tratados para poder atenuar en cierta medida la luz del sol y absorber cierta parte de la radiación solar que llega a los costados del vehículo.

Explotación sin luz natural.

Cuando el nivel de iluminación natural no sea suficiente para garantizar la correcta iluminación del vehículo, se pondrá en marcha el alumbrado artificial automáticamente. Este alumbrado debe garantizar un nivel de claridad de 250 lux a una distancia de 1 metro del suelo. Todo punto del vehículo a esta cota de 1m debe tener un nivel de lux mínimo de 200 lux. (Se permite una cierta dispersión lumínica).

Adicionalmente el factor de uniformidad de alumbrado no será inferior a 0,6.

Alumbrado de emergencia.

Se asegurará un nivel mínimo de alumbrado por 1/3 de los puntos de luz previamente citados, que dispondrán de alimentación de emergencia. Habrá una luminaria de emergencia por lo menos sobre cada puerta y en cada cabina de conducción.

El licitador debe proponer si se va a usar el sistema de autonomía de tracción o una SAI BT independiente. En cualquier caso debe indicar su coste y prestaciones.

8.3.3.3. Puntos de luz.

Las alimentaciones de los puntos de luz no deben ser perturbadas por las desapariciones puntuales (Ejemplo: pérdida de contacto momentánea del pantógrafo) de la tensión de la línea.

Los puntos de luz estarán bien protegidos contra las agresiones de los viajeros, por dispositivos sin necesidad de mantenimiento (rejas, protecciones, etc.) que causarán una atenuación despreciable en su luminosidad. Los puntos de luz deben ubicarse de manera que no molesten al campo visual de los viajeros ni les impidan, por contraste o cualquier otro efecto, la lectura de las informaciones embarcadas, así como las observadas de noche desde el interior.

8.3.4. Confort climático.

Teniendo en cuenta las condiciones climáticas del área metropolitana de Sevilla, se concluye que es necesario aire acondicionado en verano y calefacción en invierno, y una ventilación para que el aire de la unidad se renueve. Con puertas y ventanas cerradas, permitirá tener una circulación de aire ajustable para tener en cuenta las variaciones del clima. Dicha ventilación forzada garantizará 25 renovaciones por hora en el compartimento de pasajeros, en cualquier condición de temperatura, marcha o paro, o un caudal mínimo de 7500 m3/hora, el valor que sea superior.

Dicho sistema funcionará automáticamente, regulándose en función de la temperatura exterior. El conductor puede variar las condiciones de la climatización en las cabinas como se ha descrito antes y su principio de funcionamiento será similar al del climatizador de cabina.

Este sistema deberá dimensionarse teniendo en cuenta que las puertas de la unidad se mantendrán abiertas durante aproximadamente 20 segundos por cada minuto y medio de operación. (Tiempo del orden de magnitud de un viaje entre paradas consecutivas).

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 48 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

8.3.4.1. Climatización.

El sistema deberá cumplir los requisitos siguientes:

1. Asegurar la función de climatización desde el momento en el que la temperatura interior de la unidad exceda 22°C (medidos en el sistema de evacuación de aire viciado). Estará regulada de tal manera que asegurará la temperatura de la unidad en función de la medición anterior en 15 minutos como máximo.
2. Reducir la temperatura del interior de la unidad hasta un máximo de 15°C con respecto a la temperatura del exterior cuando ésta alcanza los 37°C.
3. Mantener una variación máxima de temperatura interior de 3°C entre todos los puntos de la unidad en condiciones estabilizadas.
4. Una unidad preparada (con sus servicios activos, tal y como se ha definido anteriormente) usará su climatización para no superar una temperatura interior de 35°C, para una temperatura exterior de 45°C.
5. Cuando la climatización esté en marcha, asegurará un mínimo de veinticinco (25) renovaciones por hora del aire interior.
6. En régimen de climatización, la velocidad de difusión del aire no será superior a 1,8m/s.
7. Utilizará líquidos refrigerantes homologados respetando la reglamentación europea en vigor.
8. La pérdida de una sola unidad de climatización dentro de la unidad, no afectará a los requisitos técnicos de la función de climatización de la unidad para una temperatura exterior inferior o igual a 30°C.

8.3.4.2. Calefacción.

La calefacción estará combinada y regulada con la ventilación. Estará regulada de tal manera que pueda calentar la unidad en 15 minutos como máximo.

La velocidad de aire caliente a la salida de los orificios de la calefacción será inferior a 1m/s.

La difusión del aire de calefacción debe desempañar todos los vidrios de la unidad.

La puesta fuera de servicio de una sola unidad de calefacción dentro de la unidad, no afectará a las prestaciones de la función de climatización de una unidad para una temperatura exterior superior a 5°C.

Se preverán dispositivos de ventilación natural, con apertura controlada por una llave tipo “kaba” o llave de operación similar, dentro del compartimento de pasajeros.

El aire de calefacción se filtrará, y se tratará de difundirlo de la manera más homogénea posible en el compartimento de pasajeros, evitando chorros directos sobre las personas. La velocidad del aire de calefacción no superará los 2 m/s medidos en boca de difusión y los 1,5 m/s a 1,70 m del suelo del sistema tranviario.

Una parte del aire de renovación procederá del exterior, valorándose positivamente que se regule la cantidad de aire exterior en función de la carga de pasajeros.

La regulación de temperatura será electrónica mediante microprocesador. Este permitirá la comunicación de incidencias en los equipos al sistema de diagnóstico del vehículo (pantalla de estado técnico de la unidad) y en un segundo nivel con acceso mediante un PC portátil o a través de la propia pantalla dará la información necesaria de la avería al taller para su resolución. Permitirá asimismo en

taller mediante variaciones en el programa, cambios de temperaturas de consigna o variaciones en las curvas de funcionamiento.

La temperatura interior de consigna vendrá fijada en principio mediante curvas UIC en función de la temperatura exterior. Se valorará que se prevean dos curvas para su funcionamiento en verano o en invierno.

El equipo preverá además de las funciones normales de desescarchado, funciones de prerrefrigeración y precalentamiento.

En cada cabina de conducción, se alojará un panel de mando de la climatización del vehículo.

Dicho panel de mando se valorará que esté incluido en el monitor y sistema de estado técnico de la unidad. Dispondrá de las opciones de desconexión, ventilación (preferiblemente dos posiciones) y climatización. La opción de climatización tendrá las opciones de funcionamiento indicadas en el párrafo anterior.

Una vez seleccionada la opción, el control electrónico de temperaturas encargará de regular el equipo para mantener la temperatura objetivo calculada, tomando como referencia la temperatura exterior e interior real, medida por sondas adecuadamente ubicadas.

8.3.4.3. Comportamiento ante averías.

Si se pierde la alimentación del equipo de climatización (por fallo en convertidores, ausencia de tensión en catenaria, etc.), deberá mantenerse la ventilación en el nivel máximo durante un mínimo de 15 minutos alimentándose el equipo desde la batería.

En caso de fallo de un convertidor (sólo en el caso que haya dos de ellos redundados) estará prevista la alimentación parcial de los equipos de aire acondicionado alimentados por este, por medio del otro convertidor, obteniéndose al menos prestaciones medias.

La configuración del equipo de climatización será tal que en el caso de avería total en un equipo, éste deberá ponerse fuera de servicio automáticamente, informando al conductor, y continuando el funcionamiento normal del resto de equipos montados en el sistema tranviario.

Esta circunstancia se reflejará en la monitorización del vehículo (pantalla de estado técnico del vehículo) de manera que permita conocer inequívocamente el equipo en el que se ha producido la avería y los motivos de esta.

Todos los elementos susceptibles de acumular suciedad como filtros, rejillas y demás, deberán ser de fácil acceso, limpieza y mantenimiento y sus materiales serán tales que se minimicen los riesgos de incendio. Adicionalmente, las rejillas de toma de aire exterior se diseñarán de tal forma que se impida toda entrada de agua.

Para los filtros de aire acondicionado no será admisible que hayan de cambiarse en un período inferior a un mes.

Los desagües se diseñarán para garantizar la correcta evacuación del agua, teniendo en cuenta los niveles de precipitaciones de la zona.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 50 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

Se estudiará la viabilidad del diseño e incorporación de los equipos sobre el techo de la unidad sin que sea necesaria una apertura del mismo salvo para la conexión de las canalizaciones de aire o cableado. Esto no debe condicionar el acceso a elementos de control y protección (que irán en principio en el interior del vehículo) u otros necesarios para el mantenimiento normal del vehículo, ni han de representar diferencias significativas en la altura total de la unidad.

El refrigerante empleado será R407c u otro que pudiera ser equivalente o de mejores características respecto a la emisión de CFC. Deberá preverse un procedimiento adecuado para el vaciado y la carga del mismo, que el licitador entregará junto con el vehículo.

La norma genérica a utilizar en el diseño a efectos de confort y pruebas, salvo que existiera indicación expresa en este documento, será la UNE EN 13129:2017.

8.3.5. Olores y tactos.

El vehículo es un espacio de no fumadores, incluida la cabina de conducción. Habrá suficientes ubicaciones previstas para que se instale una señalización antitabaco.

Con el fin de mantener un olor neutro en el interior del vehículo, siempre se mantendrá un nivel de ventilación y de aire nuevo mínimo sea cual sea el régimen de climatización o calefacción que esté funcionando.

La distribución interior del vehículo será tal que se evite toda zona en depresión donde se puedan acumular líquidos, o partes ocultas que inviten a los viajeros a depositar residuos en sitios diferentes a las papeleras.

Los acabados interiores serán agradables al tacto tanto al nivel térmico como táctil. El mobiliario del sistema tranviario no debe presentar ninguna pieza saliente, ninguna arista viva ni ninguna aspereza.

8.4. Información y comunicaciones.

8.4.1. Sistemas de comunicación del sistema tranviario.

El sistema tranviario dispondrá de tres sistemas de comunicación y una red troncal de tren que los pondrá a todos en común.

8.4.1.1. Comunicación con el exterior (Radiotelefonía).

En cada uno de los sistemas tranviarios se instalará un equipo emisor/receptor radio y dos terminales tipo radioteléfono, uno por cabina de conducción. El equipo emisor/receptor podrá recibir toda la información de voz y datos que se le envíe desde el PCC, y será también capaz de enviar al PCC la información de voz con los mensajes que desee el conductor así como datos del estado del tren a dicho PCC (Puesto de Control Centralizado). Será una radiotelefonía tipo TETRA o similar.

Dicha radiotelefonía será privada y en grupo cerrado. Desde el PCC se podrán realizar llamadas de grupo a un conjunto de sistemas tranviarios.

Dicho sistema de radiotelefonía tendrá conexión con la megafonía interna del tren (ver apartados siguiente) y con los teleindicadores o pantallas de información al viajero.

El licitador del material móvil, aunque no debe suministrar los radioteléfonos, la antena y los cableados, sí deberá realizar su instalación y respetar las preinstalaciones necesarias para la antena emisora/receptora y los radioteléfonos así como sus cableados.

Adicionalmente en el sistema tranviario habrá espacio para un walkie-talkie (radio portátil) por cabina, que el conductor podrá utilizar para comunicar con PCC si debe abandonar el vehículo por cualquier circunstancia.

8.4.1.2. Comunicación interior (Megafonía).

Cada unidad dispondrá de una megafonía interior que permitirá al conductor difundir mensajes a los pasajeros.

Estos mensajes podrán ser pregrabados o bien directamente hablados por el conductor. También podrán ser emitidos desde el puesto central (PCC), o bien pregrabados o bien directamente hablados por el operador en PCC.

8.4.1.3. Comunicación interior (Interfonía).

El sistema tranviario adicionalmente dispondrá de interfonía entre las cabinas de conducción y los dispositivos de alarma a disposición de los pasajeros.

La comunicación entre las dos cabinas de un vehículo o entre las cabinas de dos vehículos acoplados debe estar asegurada por una relación interfónica cableada.

8.4.2. Información a los viajeros.

El sistema tranviario dispondrá de dos paneles de información exteriores ubicados en las caras delanteras y posteriores del vehículo, sobre la cabina de conducción. En dichos paneles se podrá observar el nombre de la línea comercial y el destino del sistema tranviario. El texto de dichos indicadores podrá ser leído a más de 40 metros, en cualquier condición de iluminación exterior (día/noche, posición del sol, etc.) sin reflejos del entorno. Se valorará que dichos paneles puedan ser leídos a mayor distancia si es posible.

Si el licitador lo desea, puede proponer paneles permanentemente iluminados. El conductor podrá fácilmente modificar el contenido de dichos paneles. En términos generales se pide que el color y tipo de letra siga las regulaciones respectivas del sector de señalización vial para obtener una buena combinación de color y contraste de los indicadores.

Adicionalmente el sistema tranviario dispondrá de dos indicadores laterales, más pequeños, también mostrando el nombre de línea comercial y el destino, que se podrán leer desde 20 metros de distancia como mínimo. Todo lo dicho para los anteriores indicadores aplica para éstos y se consideran parte de la misma unidad funcional.

En el interior del tren también habrá pantallas que mostrarán el nombre de la línea, el destino final y la próxima estación. Mostrarán además la hora y la temperatura exterior. Serán suministros propios del material móvil, visibles por los pasajeros sentados y de pie, y tendrán un tamaño y número suficiente de ellas para que todos los viajeros puedan usar la información. Serán como mínimo de tecnología LED o superior y deberán prever en su funcionalidad el rescatar datos que lleguen por Radio al material móvil desde el PCC.

Habrán placas fijas de señalización en la unidad con los datos de capacidad, y se señalarán los dispositivos de emergencia (alarma de intercomunicación con conductor y PCC, apertura de emergencia de puertas).

En la parte superior del lado interior de todas las puertas dobles de acceso, deberá haber espacio para colocar un esquema de la línea, indicando todo el itinerario e informaciones sobre los intercambios con otros modos de transporte (si los hay). El esquema será del tipo “sinóptico iluminado” tipo Metro (con leds o indicadores luminosos por cada parada que se encienden cuando el sistema tranviario ya ha pasado por dicha parada).

Adicionalmente, cada vagón dispondrá de dos indicadores luminosos que indicarán qué lado de puertas va a abrirse en la próxima parada, bien por indicación del conductor o a través de datos procedentes del SAE.

El sistema de megafonía interior del tren debe permitir transmitir a los pasajeros mensajes o avisos pregrabados o directamente hablados por el conductor y el PCC. Los mensajes rutinarios estarán pregrabados, como los mensajes de próxima parada.

8.4.3. Supervisión por CCTV.

La instalación del CCTV embarcado queda en el alcance del suministro del material móvil, y deberá ser compatible al 100% con los equipos a instalar en las paradas “fijas” de la línea. El adjudicatario de material móvil pedirá la información relativa a los códecs de compresión y la librería de comunicación al instalador de CCTV fijo.

Se instalará un codificador-grabador en cada tren, conectado a la instalación de cámaras (se instalará un número de ellas que permita supervisar correctamente todo el interior del tren, y la zona por delante de su morro) y que recogerá toda la información. Deberá tener capacidad suficiente para almacenar 1 día entero de grabación a 24 fps y luego los datos podrán ser comprimidos a 15 fps y ser guardados durante 1 semana. Dichos datos podrán ser descargados posteriormente en el PCC a través de una Red Wi-Fi en la estación de servicio, en el recinto de cocheras y talleres, o eventualmente en las paradas.

Habrá una cámara que grabará la zona que queda por delante del morro del sistema tranviario y que estará conectada a una Caja Negra de Vídeo donde quedará almacenado, además de en el grabador embarcado, todo lo que ocurra por delante del tren.

Si se ofertan tiempos y calidades de almacenamiento superiores o inferiores, se valorarán al momento de elegir la mejor oferta. En todo caso en la oferta vendrán perfectamente definidas las resoluciones y duraciones arriba citadas.

8.4.4. Publicidad.

Las superficies interiores no acristaladas deberán permitir la instalación posterior, si el Adquirente lo desea, de paneles publicitarios. Se podrá realizar tal instalación sin degradación de esas superficies aunque los paneles se coloquen y retiren diversas veces. Los paneles respetarán los estándares adecuados.

**8.4.5. Información destinada a los agentes de explotación.**

La información visual que debe recibir el conductor y los eventuales agentes de explotación que puedan subir al sistema tranviario tiene por objetivo:

1. Indicar el número de vehículo además de estar inscrito en los costados del vehículo, en las partes delanteras y posteriores, también estará inscrito en ambas cabinas de conducción.
2. Identificar los distintos elementos de mando destinados a las diferentes operaciones de explotación (como en caso de averías o de socorro de un sistema tranviario por otro).

A nivel de señalización diversa, en las cajas se deberán disponer los siguientes elementos identificativos:

3. Número de caja en los costados del vehículo, en las partes delanteras y posteriores. También en el interior de las cajas deberá apreciarse su número (es información útil para el mantenimiento).
4. Placa metálica con el nombre y anagrama del adjudicatario, así como el año de producción de la unidad.
5. Inscripciones relativas a la carga máxima y al número total de asientos.
6. Inscripción de señal es de puntos de apoyo para el alzado de caja al lado de los enganches reservados a tal fin.

9. FIABILIDAD, DISPONIBILIDAD, MANTENIBILIDAD Y SEGURIDAD (FDMS).**9.1. Fiabilidad.**

En el presente pliego se entenderá por FIABILIDAD la capacidad del material móvil para cumplir sus funciones dentro del marco de los márgenes de tiempo establecidos. El nivel de fiabilidad se caracteriza por la tasa de averías λ expresada en número de averías por kilómetro recorrido.

El material móvil suministrado por el adjudicatario deberá respetar los criterios globales de fiabilidad aquí descritos y tal responsabilidad es contractual.

9.1.1. Definiciones.**9.1.1.1. Avería**

Se entenderá por avería cualquier disfunción en el material móvil, desde sus características funcionales hasta sus condiciones de integridad, que se produzca durante la circulación en línea o talleres, que impida al material móvil disponer de sus prestaciones de servicio normales, y que requiera una intervención de mantenimiento imprevisible (inmediata o diferida).

La intervención puede reducirse a un simple diagnóstico y nueva puesta en servicio o puede requerir muchas horas de trabajo para arreglar la avería.

Quedan fuera del concepto de avería aquellos fallos o malos funcionamientos causados por:

1. Maltrato del material móvil o de los equipos.
2. Uso indebido de las funciones o los equipos del sistema tranviario.
3. Vandalismo.
4. Maniobras falsas o indebidas por parte del personal del Adquirente.
5. Averías inducidas por otra, en el mismo momento. Únicamente se contarán como averías diferentes si inciden sobre grupos funcionales diferentes.
6. Reemplazo en su fecha prevista de materiales y partes fungibles (consumibles).

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 54 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

9.1.1.2. MKBF

Este valor es la media de los kilómetros recorridos en funcionamiento correcto, entre averías. El MKBF se calcula usando la siguiente fórmula:

$$MKBF = \frac{\text{Número de Km recorridos en servicio}}{\text{Número de averías}}$$

9.1.1.3. Tasa de averías (λ)

Se define según la fórmula siguiente:

$$\lambda = \frac{1}{MKBF}$$

Sobre el conjunto de las averías que se contabilicen, se distinguirán 5 niveles de avería que llevarán asociados distintos valores de Tasa de averías. Se presentan a continuación dichos niveles:

1. Nivel 1: Conjunto de incidencias imputables al material móvil correspondientes al reemplazo prematuro de piezas que deban ser cambiadas con regularidad (también llamadas recambios), así como las incidencias que requieran sólo un sencillo diagnóstico y la nueva puesta en servicio.
2. Nivel 2: Incidencias que fueren un cambio de vehículo al fin del recorrido actual por el fallo del funcionamiento de algún sistema o función considerada básica por el Operador (ejemplo, condena de una puerta, fallo del aire acondicionado.)
3. Nivel 3: Incidencias que impliquen un tiempo de estacionamiento del vehículo superior a 3 minutos.
4. Nivel 4: Incidencias que impliquen la evacuación (inmediata o en la siguiente parada) del pasaje, y que el vehículo vuelva a talleres (o a un aparcamiento similar, como el fondo de una terminal) en marcha en vacío.
5. Nivel 5: Aquellas averías que fuerzan un socorro (por el bivial de mantenimiento u otro sistema tranviario) hasta Talleres o un estacionamiento.

9.1.2. Objetivos de fiabilidad. Flota.

Los objetivos de fiabilidad, se definen para el conjunto de la flota ya en explotación comercial como:

NIVEL	VALOR OBJETIVO (λ)
1	3×10^{-4} .
2	1×10^{-4} .
3	2×10^{-5} .
4	6×10^{-6} .
5	$1,5 \times 10^{-6}$.

Dichos valores podrán ser obtenidos gradualmente, siguiendo una progresión limitada por la tabla siguiente:

PERÍODO	TASA LÍMITE.
Inicio de la marcha en blanco	$\leq 5 \lambda$.
Inicio de la explotación de la línea	$\leq 4 \lambda$.
3 meses después del inicio de explotación	$\leq 3,5 \lambda$.

6 meses después del inicio de explotación	$\leq 2 \lambda$.
12 meses después del inicio de explotación	$\leq \lambda$.

Un listado exhaustivo de estos valores de fiabilidad será emitido todas las semanas por el Operador y ratificado por el constructor según un procedimiento que será definido antes del inicio de la explotación. En el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares se definen los efectos del incumplimiento de los valores de Fiabilidad.

9.1.3. Objetivos de fiabilidad. Unidades.

Aunque el criterio principal a observar es la fiabilidad de la flota, no se aceptará la salida de garantía de ningún tren que:

1. Exceda en un 15% los valores arriba mencionados para la flota durante los últimos 12 meses.
2. No se asegure una tasa $\leq \lambda$ para toda la flota durante los últimos 12 meses.

En caso de no cumplirse estos valores en el tiempo determinado para la garantía, esta se verá prorrogada hasta que se cumplan ambas condiciones para los últimos 12 meses.

9.1.4. Objetivos de fiabilidad. Grupos funcionales.

Adicionalmente al control de la fiabilidad del conjunto de las unidades, también se deberán cumplir objetivos de fiabilidad para los grupos funcionales que forman cada sistema tranviario. Concretamente, todas las averías que se detecten en un sistema tranviario serán asignadas a un grupo funcional y se analizará, sistema tranviario por sistema tranviario, en qué grupos se dan sus averías.

No se permitirá la salida de garantía de ninguna unidad que incumpla los criterios de fiabilidad aquí mencionados para sus grupos funcionales (ver pliego de Cláusulas Administrativas Particulares para más detalles). A efectos de la contabilización de averías para este cálculo, se contabilizarán las averías del nivel 1 hasta el nivel 5 de la anterior clasificación.

Los grupos funcionales se definen (esta definición es previa y el licitador deberá proponer modificaciones para completar el reparto en grupos de todos los elementos/equipos/sistemas de su sistema tranviario ofertado) como los siguientes:

GRUPO 1: Equipos de los circuitos principal y de mando.

Éste grupo funcional incluye todos los elementos que tengan que ver con el sistema de tracción y de control/mando de las funciones principales. Incluye:

1. Toma de corriente.
2. Disyuntor.
3. Regulador electrónico de marcha y freno.
4. Filtro de red (L-C).
5. Contactores independientes.
6. Electrónica de potencia. Condensadores de fase.
7. Aparatos diversos del equipo de control.
8. Vigilancia de 50Hz.
9. Resistencias freno. React. Cond. Ventil.
10. Aparatos de mando en cabina y bogie.
11. Motores de tracción.



GRUPO 2: Equipos de los circuitos auxiliares.

Este grupo funcional incluye todos los elementos que tengan que ver con los circuitos auxiliares, como la ventilación, el alumbrado y demás:

1. Alumbrado.
2. Motor compresor principal.
3. Convertidor estático. Transformador. Batería.
4. Puertas (Parte eléctrica).
5. Ventilación y aire Acondicionado.
6. Megafonía y Telefonía.
7. Timbres de alarma.
8. Ondulador estático.
9. Acoplamientos.
10. Aparatos auxiliares en cabina.
11. Sistema de autonomía embarcado.

GRUPO 3: Equipos y canalizaciones del sistema neumático.

En general, todo equipo relacionado con los fluidos a presión. Una lista orientativa es:

1. Compresor y equipo de alimentación.
2. Unidad freno P/eléctrico. Antibloqueo.
3. Unidad de freno P/neumática.
4. Unidad de freno 2º canal.
5. Cilindros y bloques de freno.
6. Calderines y purgadores.
7. Canalizaciones de aire.
8. Mangas y acoplamientos.
9. Zapatas de limpieza.
10. Aparatos varios.
11. Equipo de pantógrafo. (movimiento del pantógrafo).
12. Equipo suspensión neumática.

GRUPO 4: Bogies.

1. Bastidor.
2. Viga bailadora.
3. Ejes montados.
4. Reductor.
5. Acoplamiento reductor-eje.
6. Cajas de grasa.
7. Timonerías de freno.
8. Suspensión.

GRUPO 5: Caja y elementos suspendidos.

1. Estructura de caja.
2. Puertas laterales (parte mecánica).
3. Acoplador delantero.
4. Interior de caja.
5. Lunas.
6. Acoplamiento intermedio.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 57 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

7. Exterior de caja.
8. Pintura y decoración.
9. Cerraduras.
10. Limpieza y desinfección.
11. Pasillos de intercirculación.
12. Protección contra incendios.

Los objetivos de fiabilidad para los distintos grupos, siempre tomando de referencia el conjunto de averías de nivel 1 a 5, se definen para las unidades según grupo como:

GRUPO	VALOR OBJETIVO (λ)
1	7×10^{-5}
2	$1,5 \times 10^{-4}$
3	7×10^{-5}
4	7×10^{-6}
5	$3,5 \times 10^{-5}$

Dichos valores serán controlados al fin del período de garantía para poder autorizar la salida de garantía de la unidad, tal y como se define en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

9.1.5. Averías sistemáticas.

Se considerarán Averías repetitivas o sistemáticas, cuando un equipo o conjunto de equipos formando una unidad funcional absorba más del 30% de las Averías del grupo funcional al que pertenece, independientemente del valor absoluto alcanzado en éste.

Caso de producirse este supuesto, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- El Adquirente se reserva el derecho a exigir la sustitución sistemática y sin dilación de las piezas, aparatos o equipos, siendo por cuenta del adjudicatario además de los mismos, los costes de desmontaje/montaje y los efectos adicionales de paralización de unidades.
- Serán de aplicación para el grupo funcional afectado, o al que pertenece el aparato, las mismas condiciones de ampliación de Garantía. (Extensión por periodos de tres meses hasta que se cumplan las condiciones).
- Si el equipo o aparato fuera sustituido o se introdujesen modificaciones sustanciales se deberá realizar la modificación sobre todo el parque antes que se pueda empezar de nuevo la recepción del equipo seguida del período normal de garantía (dos años en principio, estando a disposición de lo mencionado en el apartado de garantía).

9.2. Mantenibilidad.

Se entiende por mantenibilidad de un material móvil su aptitud para ser mantenido en (o reparado hasta) un estado en el que puede cumplir perfectamente la función para la que ha sido diseñado. Una buena mantenibilidad permite optimizar en coste y en tiempo el conjunto de las operaciones de mantenimiento, y favorece la disponibilidad de la flota, sobre todo en horas punta donde la mayoría de la flota está en servicio.

Con los objetivos de mantenibilidad propuestos se lograrán optimizar los siguientes puntos:

1. El tamaño de la flota.
2. Los tiempos de mantenimiento.



3. El stock de piezas de parque y recambios.
4. Las necesidades de personal.
5. Las necesidades de herramientas y máquinas.
6. Las infraestructuras del taller.

9.2.1. Tipos de mantenimiento.

Todas las operaciones de mantenimiento se pueden asimilarán a alguna de las siguientes categorías: mantenimiento corriente u ordinario, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y operaciones particulares.

9.2.1.1. Mantenimiento corriente u ordinario.

Formarán parte de este tipo de mantenimiento:

1. Operaciones de lavado y limpieza.
2. Las operaciones a llevar a cabo en la estación de servicio (rellenado de areneros, retirada del hielo, etc.).

9.2.1.2. Mantenimiento preventivo.

Formarán parte de este tipo de mantenimiento:

1. El mantenimiento preventivo sistemático.
2. El mantenimiento preventivo condicional, al alcance de ciertos umbrales predeterminados.
3. El mantenimiento preventivo previsual, sobre el análisis de ciertos parámetros significativos.

9.2.1.3. Mantenimiento correctivo.

Formarán parte de este tipo de mantenimiento:

1. El mantenimiento correctivo paliativo (intervención a título provisional).
2. El mantenimiento correctivo curativo (intervención de carácter definitivo).

9.2.1.4. Operaciones particulares.

Formarán parte de este tipo de operaciones:

1. Las intervenciones pesadas en línea.
2. El desmontaje de las cajas.
3. El desmontaje de los bogies o grupos de propulsión.
4. Las grandes revisiones (frecuencia 400.000km).
5. La operación a media vida (15 años).
6. Las reparaciones de carrocería y pintura.
7. Las grandes reparaciones.

9.2.2. Exigencias de mantenibilidad.

El material móvil ofertado por el adjudicatario deberá cumplir las exigencias de mantenibilidad que se detallan en los subepígrafos siguientes.

9.2.2.1. Seguridad del personal.

La concepción del vehículo y las instrucciones de mantenimiento garantizarán la protección del personal realizando operaciones de mantenimiento en línea, talleres o cocheras, y se cumplirán las leyes y normativas relativas a riesgos laborales.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 59 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

9.2.2.2. Facilidad en las operaciones corrientes y periódicas.

Las marcas de los umbrales de rellenado de los distintos depósitos se podrán consultar desde la cabina de conducción. El rellenado de dichos depósitos se efectuará por el exterior del vehículo.

Para todas las piezas que deben ser cambiadas periódicamente (recambios) será apreciable su nivel de desgaste desde el exterior del sistema tranviario.

Los elementos exteriores (ejemplo, las luces de cruce) serán accesibles desde el exterior del vehículo.

9.2.2.3. Facilidad de limpieza interior.

Un dispositivo específico y enclavable, que puede ser accionado desde fuera del sistema tranviario, permitirá:

1. La puesta en tensión y preparación del vehículo.
2. La puesta en marcha del alumbrado interior del vehículo.
3. La apertura en libre servicio de todas las puertas.

Adicionalmente, para permitir una limpieza por aspiración total un mando disponible en la cabina de conducción, permitirá mantener abiertas las puertas necesarias para esta operación. La concepción y el diseño de los compartimentos de pasajeros y equipos en su interior resistirán las fuertes depresiones generadas por este sistema de limpieza.

La limpieza del suelo por agua a presión debe ser posible.

9.2.2.4. Facilidad de limpieza exterior.

El diseño del material móvil permitirá su lavado en una máquina automática de lavado al paso, a velocidad de 3 km/h, sin ningún riesgo eléctrico para el material, el conductor o las personas que puedan estar cerca en el momento del lavado.

Los bogies y los elementos de rodadura se podrán limpiar por debajo, con chorro de media presión, 60 a 100 bares.

La trayectoria y la evacuación de las aguas residuales del lavado estarán diseñadas de tal manera que no producirán charcos o acumulaciones de agua en ninguna parte del material móvil.

9.2.2.5. Facilidad de levante y reencarrilamiento.

El vehículo deberá estar dotado de los elementos necesarios para posibilitar su alzado y/o reencarrilamiento en los márgenes de tiempo lo más cortos posibles, incluso si es imposible el acceso a uno de los dos costados del vehículo.

9.2.2.6. Facilidad de perfilado de las ruedas.

El sistema tranviario deberá poder reperfilear sus ruedas en un torno instalado en foso sin necesidad de desmontaje de los bogies respecto de la caja.

9.2.2.7. Estandarización.

La concepción del vehículo tratará de usar componentes y materiales estándares, tanto a nivel industrial como ferroviario, siempre y cuando se cumplan los requisitos citados en este pliego.

9.2.2.8. Agrupamiento de las funciones.

Cuando se diseñe el sistema tranviario se tratará de agrupar todos los elementos que desempeñen las mismas funciones o funciones relacionadas próximos unos a los otros.

9.2.2.9. Facilidad de prueba y comprobación.

Todos los puntos de prueba y control deben estar identificados y marcados. Todos los equipos embarcados que deban ser supervisados tendrán sus indicadores de estado y tomas o bornes para mediciones en su cara delantera, de fácil accesibilidad.

9.2.2.10. Ergonomía.

La ergonomía del material móvil y sus equipos debe permitir al personal de mantenimiento realizar sus labores con las herramientas adecuadas dentro del marco legal español sobre ergonomía. Cabe recordar que la función de los operarios de mantenimiento se considera a todos los efectos como un puesto de trabajo.

9.2.2.11. Accesibilidad.

En la medida de lo posible, todas las zonas donde los viajeros puedan desplazarse o estacionarse estarán libres de equipos, particularmente la zona de asientos. La implantación de equipos en el compartimento de pasajeros se hará teniendo en cuenta que deben minimizarse los accesos del personal de mantenimiento al interior del vehículo, y se garantizará que los equipos sean inaccesibles para los viajeros (a través de llaves de mantenimiento).

Los equipos y componentes que exijan las intervenciones más frecuentes se dispondrán en lugares bien accesibles.

El montaje y desmontaje de los equipos en el techo y sus partes recambiables se podrá realizar por los lados del vehículo.

La apertura de todas las tapas y protecciones para poder realizar las operaciones de mantenimiento será sencilla, rápida y estandarizada en todo el vehículo, en la medida de lo posible.

9.2.2.12. Modularidad.

Los equipos se concebirán de tipología modular, y en la medida de lo posible todos los equipos desmontables se podrán desmontar por un solo agente de mantenimiento, ayudado de medios electromecánicos para piezas de peso superior a 20 kg. Se favorecerá el desmontaje rápido de los equipos usando fijaciones estándar e intercambiables, y para las piezas que necesiten frecuente desmontaje se usarán fijaciones que se puedan montar y desmontar con rapidez.

Los elementos de carrocería y de mobiliario interior sometidos a posibles choques o vandalismo deberán poder ser reemplazados rápidamente y sin reemplazo de sus elementos de soporte.

Los equipos en cabina y en los compartimentos de pasajeros serán fácilmente desconectables y desmontables por los agentes de mantenimiento.

9.2.2.13. Capacidad de evolución.

En el caso de que algunos componentes o subsistemas se vuelvan obsoletos, el diseño del sistema tranviario y del conjunto de sus componentes favorecerá, en la medida de lo posible, el reemplazo de dichos componentes/subsistemas sin que se tengan que reestudiar y rehacer los interfaces mecánicos, eléctricos o de software.

9.2.3. Objetivos para el mantenimiento corriente.

El tiempo necesario para efectuar el conjunto de las operaciones de mantenimiento corriente diario no debe superar las 0,7 horas por vehículo.

9.2.4. Objetivos para el mantenimiento preventivo.

Para el mantenimiento preventivo, la mantenibilidad se expresará como el número de horas dedicadas a este fin por vehículo y por año. Este número no deberá superar las 250 horas en media anual, calculada sobre un ciclo de mantenimiento de 5 años, con un período mínimo de 6 semanas entre dos intervenciones.

9.2.5. Objetivos para el mantenimiento correctivo.

La mantenibilidad en el mantenimiento correctivo se mide con los parámetros siguientes:

- MTTR (Mean time to repair), Media de los tiempos de reparación.
- MPTR (Mean person time to repair), Media de las horas-hombre de reparación.

Se define como reparación toda intervención de carácter definitivo realizada por un agente de mantenimiento sobre el material móvil. Después de dicha reparación, el sistema tranviario debe recuperar sus características de origen.

El MTTR y el MPTR sólo tienen en cuenta los tiempos de intervención sobre el vehículo usados para reparar el elemento o función que presenta avería. Estos tiempos comprenden:

- El tiempo de diagnóstico de la avería.
- El tiempo de reparación en sitio o la retirada, reparación y montaje del elemento sobre la unidad.
- El tiempo de comprobación del buen funcionamiento del elemento / función reparada y de nueva puesta en servicio.
- Para el parámetro MPTR también se tiene en cuenta el número de personas que son necesarias en cada una de las etapas.

Fuera de reparaciones excepcionales o particulares, el tiempo medio de intervención sobre el vehículo será de 1,5 horas.

El tiempo máximo para el 90% de las intervenciones no podrá exceder de las 3 horas, y el 90% de las intervenciones podrán ser realizadas por un solo agente.

Los casos de sustitución de aparatos indebidamente serán inferiores o iguales a un 5% del total. (Se entiende por sustitución indebida la repetición de la misma avería sobre el nuevo elemento / función sustituida en un período de circulación efectiva inferior a dos meses desde la primera reparación).

Si estas condiciones no se cumplen para el final del período de garantía, en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares se define el procedimiento a aplicar.

9.2.6. Plan de Mantenimiento.

Se deberá entregar una propuesta de plan de mantenimiento que se considerará vinculante para el Adjudicatario del material móvil.

Esta propuesta desglosará y valorará todas las tareas de Mantenimiento preventivo y correctivo a realizar durante la vida útil del material móvil.

Dicho plan de mantenimiento especificará para las operaciones corrientes y preventivas su frecuencia de operación, el número de personas necesarias para llevarlas a cabo, el tiempo de inmovilización necesario para realizarlas, y la necesidad de repuestos, herramientas o infraestructuras. Dentro de estas operaciones el plan de mantenimiento especificará las que son críticas para la seguridad, así como el listado de elementos críticos asociados.

En la lista se citará lo mismo para las operaciones de mantenimiento correctivo (sin frecuencias de operación).

En las Ofertas de los contratistas se definirá, en base a los criterios de mantenibilidad arriba definidos y teniendo en cuenta la lista de tareas de mantenimiento, el personal total necesario para realizar de manera correcta el mantenimiento, el nivel de formación que debe tener y el coste aproximado (coste anual y al largo de la vida útil del tren).

El plan junto con el listado de tareas debe ser transparente en cuanto a la viabilidad de realizar todas las tareas necesarias para que se alcancen los objetivos de mantenibilidad propuestos.

9.3. Disponibilidad.

9.3.1. Valores objetivo de la disponibilidad.

La disponibilidad de la flota mide la relación entre las unidades listas para prestar servicio comercial y la totalidad de la flota. Se calcula según la fórmula siguiente:

$$D = \frac{\text{Número de unidades disponibles}}{\text{Número total de unidades en la flota}}$$

Las condiciones de aplicación de esta fórmula serán:

1. Se expresa en un tanto por ciento (%), y siempre se medirá al inicio de hora punta por la mañana.
2. Se analizará la disponibilidad mensualmente, realizándose para ello la media de las disponibilidades diarias, tomadas al inicio de la hora punta.
3. Se considerará una unidad indisponible si la indisponibilidad se da sobre cualquier unidad de la flota en hora punta, o sobre cualquier unidad en circulación en cualquier otro periodo, en cualquiera de los supuestos definidos anteriormente, salvo las de nivel 1 que no deriven en alguno de los otros niveles.
4. El porcentaje mínimo mensual será del 96%, calculado como se ha citado antes.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 63 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	



5. Adicionalmente, no se aceptará que pasen más de tres días con un número de trenes no disponibles superior a 1.
6. Si debido a falta de unidades de reserva el operador es forzado a hacer circular un tren conteniendo algún defecto que justificase su inmovilización, y el defecto es imputable al Suministrador, dicho tren se considerará como “indisponible” a efectos de cálculo de Disponibilidad mensual.

Si no se cumplen estas condiciones, se estará en falta de Disponibilidad y en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares se definen las penalizaciones asociadas a dicho hecho.

Durante todo el período de garantía, en caso de no cumplirse la disponibilidad, el adjudicatario se obliga a informar por escrito al Adquirente, en aquellos meses en que no se cumpla, el motivo de dicho incumplimiento y las medidas correctoras propuestas para solventar dicha situación.

Por la naturaleza del concepto de Disponibilidad, siempre se aplica dicho concepto al conjunto de la flota y nunca a subconjuntos o unidades aisladas.

9.3.2. Condiciones de cálculo.

El cálculo de la citada disponibilidad excluye todas aquellas faltas de material móvil que no sean imputables al material o al adjudicatario, como pueden ser vandalismo, error de un operador, parada de explotación debido a condiciones climatológicas, accidentes, parada de unidades por uso en formaciones, etc...). A los trenes detenidos por estos motivos no imputables al adjudicatario se les llamará trenes inmovilizados. Para el cálculo del valor D de disponibilidad, los sistemas tranviarios que estén inmovilizados tal y como se ha definido más arriba, se contarán como “disponibles” (no se penalizará al adjudicatario por su no disponibilidad). También se contarán como “disponible” los trenes que estén bajo operaciones de grandes reparaciones y en la operación de media vida.

El adjudicatario tendrá, no obstante, la responsabilidad de reparar lo más rápido que le sea posible los trenes inmovilizados. Como guía, se seguirá la siguiente tabla:

Tipo de incidencia	Duración inmovilización.
Cortes o laceraciones en de 1 a 4 asientos	Reparación por la noche, ninguna inmovilización
Deterioro de un panel interior, cristal roto	1 día laborable.
Degradación importante, colisión	A establecer con Operador.

9.4. Seguridad.

Se considera como un “riesgo” toda circunstancia susceptible de causar heridas o la muerte a personas (viajeros, transeúntes, personal de la empresa, ciclistas, automovilistas) y por extensión todo acontecimiento que pueda causar la destrucción o avería de equipos caros.

El objetivo de seguridad se expresa como “la capacidad del material móvil de para conservar la integridad física de los viajeros y las personas en general”. La seguridad del material móvil busca reducir a un valor aceptable la probabilidad que ocurran accidentes catastróficos y críticos.

Se habla de accidente catastrófico cuando una incidencia entraña la pérdida de una o más vidas humanas (nivel 4 según la normativa UNE-EN 50126). Se habla de accidente crítico cuando una incidencia comporta uno o más heridos graves (nivel 3). Se habla de accidente significativo cuando el

incidente comporta uno o más heridos leves (nivel 2). Y finalmente se habla de accidente menor o nulo cuando no implica ni muerte ni heridos (nivel 1).

Se entregará con la oferta toda la documentación según norma (UNE-EN 50126) que acredite que se alcanzan los niveles de seguridad requeridos.

Las cifras objetivo se han definido en función de la gravedad de la incidencia temida.

- Apertura en marcha de una puerta (nivel 4).
- Fallo del freno de socorro (nivel 4).
- Mantenimiento inesperado del esfuerzo de tracción (nivel 3).
- Descarrilo (nivel 3).

Para todas las incidencias que puedan afectar a la seguridad de las personas, se pide que la probabilidad de que ocurra una incidencia de tal tipo sea $P < 10^{-9}$ por sistema tranviario y por hora de funcionamiento. En general, los valores de seguridad requeridos son:

- Nivel 4: $P < 10^{-9}$.
- Nivel 3: $10^{-9} < P < 10^{-7}$.
- Nivel 2: $10^{-7} < P < 10^{-4}$.
- Nivel 1: $10^{-4} < P < 10^{-3}$.

9.4.1. Seguridad activa.

La seguridad activa será asegurada por las funciones y equipos siguientes:

- Los frenos.
- Las puertas.
- Los dispositivos de alarma y evacuación.
- La vigilancia del conductor.
- Los avisadores sonoros.
- La señalización y el alumbrado exterior del vehículo.
- Los elementos de vigilancia de los viajeros dentro y fuera del sistema tranviario.
- Los dispositivos para la seguridad del conductor.
- Los lazos de seguridad.
- La protección contra incendios.
- La protección eléctrica.
- El alumbrado de emergencia.
- Las comunicaciones.

9.4.1.1. Los frenos.

Como ya se ha indicado en epígrafes anteriores, el tren estará equipado como mínimo con cuatro tipos de frenos:

- Un freno eléctrico (electro dinámico) regenerativo, que permite realizar un frenado sea por recuperación de energía (que se inyecta en el sistema de autonomía o en la catenaria) o por disipación en reóstatos. Este freno funcionará normalmente en recuperación de energía, priorizando el inyectar la energía en el sistema de autonomía del vehículo si es posible técnicamente. Si aún queda energía se inyectará en la catenaria y el resto de energía que no se pueda recuperar se disipará en los reóstatos. Este freno puede graduarse en deceleración por el conductor.



- Un freno mecánico regulable, dimensionado para poder respetar las prestaciones exigidas sin un calentamiento anormal. en su función de socorro, el freno mecánico es de seguridad. En caso de fallo del freno mecánico, el número de unidades de freno a aislar (poner fuera de servicio) de manera simultánea desde la cabina debe estar limitado para poder asegurar, con los frenos restantes, que el vehículo pueda estar estacionado con CCE (8 pasajeros/m²) en la rampa máxima. (6%). Adicionalmente se entregará un documento mostrando las prestaciones de freno en degradado para una rampa del 8%.
- Un freno electromagnético de deceleración de freno constante. Su aplicación será independiente de la tensión disponible en catenaria.
- El freno mecánico de estacionamiento. Dicho freno podrá estar funcionando a pleno servicio sin energía eléctrica, ya que se usará para dejar el sistema tranviario estacionado.

Los distintos usos de estos frenos conformarán los distintos modos de frenada: de servicio, de emergencia, de seguridad y de estacionamiento (ver apartado).

9.4.1.2. Las puertas.

Las puertas de los viajeros estarán previstas para garantizar la seguridad de los pasajeros. Al nivel de la seguridad, deberán cumplir las siguientes funcionalidades:

- Las puertas quedarán bloqueadas después de su cierre.
- No se autorizará el arranque del vehículo hasta que todas las puertas estén cerradas y bloqueadas.
- Cuando una puerta que se esté cerrando detecte un obstáculo (presumiblemente un viajero) entre sus dos hojas, deberá reabrirse parcialmente. Esta reapertura será seguida de un cierre inmediato, si nada se lo impide.
- Se podrá retirar cualquier objeto delgado que haya quedado atrapado entre las hojas (ejemplo, cinta o trozo de tela, o vestido).
- Si una puerta se abre en marcha, el sistema tranviario aplicará freno de emergencia para que el vehículo se detenga. El conductor será automáticamente avisado de que hay una puerta abierta.

El conductor deberá tener la posibilidad de forzar el cierre de las puertas. Cuando lo haga, una serie de pitidos largos serán emitidos para que se escuchen con claridad en todo el compartimento de viajeros, y las puertas tendrán luces intermitentes (preferiblemente color amarillo auto) visibles tanto desde el exterior como el interior de la unidad, que parpadearán cuando vaya a realizarse la operación de cierre.

9.4.1.3. Los dispositivos de alarma y evacuación.

El dispositivo de alarma y evacuación debe ser fácil mente accesible a los viajeros. Poseerá dos posiciones:

- La primera de ellas permitirá comunicar a través de la interfonía del vehículo el conductor y la persona que haya activado el sistema de alarma. El dispositivo no quedará bloqueado en la posición alarma si no que volverá a su posición inicial. En el caso de múltiples llamadas de pasajeros, tan sólo el primero será tomado en cuenta. Cuando termine la comunicación entre viajero y conductor, el sistema será reiniciado automáticamente por un mando o control en cabina, accionado por el conductor.
- La segunda posición del dispositivo permitirá el desbloqueo y apertura manual de cada puerta en caso de necesidad. las puertas sólo se abrirán bajo ciertas condiciones, concretamente el

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 66 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

accionamiento no permitirá la apertura de las puertas si la velocidad del convoy es superior a los 3 km/h. El uso de uno de estos accionamientos activará una alarma en la cabina de conducción activa. El dispositivo se rearmará por telemando desde la cabina del conductor.

9.4.1.4. La vigilancia (hombre muerto).

Esta función permite que la conducción sea realizada por un solo agente. Su función es asegurar que el conductor está atento y concentrado en la conducción a través de un dispositivo que debe manipular periódicamente.

El dispositivo estará instalado en el manipulador de tracción del vehículo, y constará de un botón que debe ser apretado y después soltado. Una temporización (a definir) transcurrirá y un aviso sonoro indicará al conductor entonces que debe volverá apretar el botón. Si hay ausencia de reacción, otra temporización más corta empezará, y si a su fin el conductor no ha pulsado el botón, el sistema tranviario realizará un frenado de emergencia.

Debe haber un segundo botón del sistema de vigilancia, preferentemente instalado en la parte baja del asiento del conductor (tipo pedal).

9.4.1.5. Los avisadores sonoros.

El conductor debe tener a su disposición, en la zona primaria de su puesto de conducción, dos cláxones o avisadores sonoros. Uno de ellos será de tipo campana o de dos tonos, agradable al oído, para el uso corriente. El otro será de tipo claxon potente para las emergencias excepcionales.

9.4.1.6. La señalización y el alumbrado exterior.

El vehículo deberá tener en cada extremidad los equipos para alumbrado y señalización. Comprenderán por lo menos:

- Un sistema, que permita mantener un modo de conducción “marcha a la vista”, de alumbrado (cruce/carretera) para iluminar la parte delantera del vehículo.
- Dos luces de posición (color amarillo auto) que señalarán la posición del sistema tranviario. Estas luces, de muy bajo consumo, se alimentarán permanentemente de la fuente de energía autónoma del vehículo. Estas luces se podrán poner en parpadeante para señalar un vehículo averiado o en emergencia (luces de warning).
- Dos luces rojas que se encenderán cuando el vehículo esté frenando (luces de freno).
- Dos luces de color rojo que se usarán para señalar el vehículo cuando las condiciones de visibilidad sean reducidas (noche, niebla...).

El encendido de las luces vendrá determinado automáticamente por la cabina de conducción activa, y la inhibición de las luces intermedias en el caso de unidad múltiple también será automática.

Las luces de cruce/carretera serán graduables en inclinación, y el cambio de todas las lámparas se podrá efectuar desde el exterior.

9.4.1.7. Los elementos de vigilancia de los viajeros dentro y fuera del sistema tranviario.

En el exterior, mientras se realizan las operaciones de carga y descarga de pasajeros un elemento de retrovisión exterior, colocado a cada lado de la parte delantera de cada cabina de conducción debe



permitir al conductor observar correctamente los movimientos de los pasajeros en la proximidad de las puertas.

El elemento de retrovisión puede ser un espejo desplegable, o un par de cámaras conectadas a dos monitores ubicados enfrente del conductor. Se valorarán como prestación adicional las cámaras, especialmente si pueden mostrar de manera constante la imagen de los laterales y entorno del sistema tranviario al conductor mientras el vehículo discurre por la línea.

En el interior del vehículo, la supervisión se efectuará por medios de vídeo, y la señal codificada (tipo MPEG4 o similar) se podrá enviar a los equipos inalámbricos de las paradas vía la conexión inalámbrica del tren.

9.4.1.8. Los dispositivos para la seguridad del conductor.

Un espejo retrovisor colocado convenientemente en la cabina de conducción proporcionará al conductor visión parcial del compartimento de pasajeros y especialmente a los ubicados detrás de la cabina de conducción.

Un pulsador, pedal o dispositivo similar permitirá al conductor, de manera discreta, entrar en contacto por radio con el PCC, para notificar cualquier intento de agresión. Se mandará una llamada de socorro y se establecerá una conexión radio con PCC y una escucha discreta de lo que ocurre en la cabina de conducción.

La puerta de acceso a la cabina del conductor estará equipada con una cerradura no reproducible, difícil de vandalizar y únicamente utilizable por personal debidamente autorizado.

9.4.1.9. Los lazos de seguridad.

La detección de todo fallo que pueda afectar a la seguridad del vehículo se hará a través del corte de diversos lazos (bucles) de seguridad.

Ellos provocarán, por su corte, la entrada del freno de emergencia. El licitador deberá presentar una lista de las funciones que se van a supervisar por lazos o circuitos de seguridad. Los lazos de seguridad, a través de conmutadores específicos y protegidos con alambre de plomo o similar, se podrán poner fuera de servicio desde el puesto de conducción.

9.4.1.10. La protección contra incendios.

El conductor dispondrá de un extintor adecuado a las características del material móvil y los materiales que lo componen en su cabina (un extintor por cabina) y en general se cumplirá la normativa aplicable a contraincendios en el ámbito del transporte público.

9.4.1.11. La protección eléctrica.

El conductor tendrá a su disposición los medios de intervención para apartar del vehículo todo conductor bajo tensión susceptible de presentar riesgos para el material o para las personas (barra aislante, etc...).

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 68 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

9.4.1.12. El alumbrado de emergencia.

En caso de pérdida de la alimentación exterior del vehículo, por lo menos 1/3 del alumbrado del vehículo podrá dar servicio durante media hora.

9.4.1.13. Las comunicaciones.

En caso que se pierda la alimentación exterior del vehículo, el sistema de comunicación radio tren-tierra con el PCC debe poder funcionar durante media hora ininterrumpidamente.

9.4.2. Seguridad pasiva.

La seguridad pasiva se entiende como aquellos elementos y sistemas que aunque no formen parte de los equipos de seguridad, por su construcción y preparación pueden reducir la gravedad de un accidente o de un daño (intencionado o fortuito) al material o a las personas.

El Material Móvil deberá cumplir los siguientes requisitos a nivel de seguridad pasiva:

- La resistencia a los esfuerzos verticales.
- La resistencia a los efectos de tracción y compresión.
- El dispositivo anti-climbing (cabalgamiento).
- El dispositivo anti-arrollamiento.
- Las formas exteriores.
- La resistencia al vandalismo.
- La resistencia al fuego.
- El mobiliario interno.
- La grabación de los eventos durante la marcha.
- Disposiciones específicas a la cabina del conductor.
- Botiquín embarcado.

9.4.2.1. La resistencia a los esfuerzos verticales.

Las cajas del vehículo estarán dimensionadas para resistir a esfuerzos verticales correspondientes a una ocupación de tren de carga excepcional (CCE, 8 personas/ m²) mayorados en 20%.

El techo estará concebido para soportar, además de todos los equipos en techo, ~~incluyendo el sistema de tracción sin catenaria:~~

- La nieve que se pueda acumular en él cuando se estaciona al aire libre, y se podrá reprimir la explotación con viajeros sin otra operación particular que la retirada de la nieve del techo. Dado que la altitud sobre el nivel del mar en el Área Metropolitana de Sevilla es inferior a los 100 metros en toda su longitud, se considerará una sobrecarga de nieve de 10 kg/m².
- El paso de un agente o agentes de mantenimiento realizando tareas de mantenimiento y/o limpieza en la parte superior del techo, en particular alrededor del elemento de captación de corriente (pantógrafo).

9.4.2.2. La resistencia a los efectos de tracción y compresión.

La estructura de la parte delantera del sistema tranviario debe poder resistir esfuerzos longitudinales de tracción o compresión de 200 kN, como mínimo.

Las partes delanteras y posteriores del sistema tranviario y las cabinas de conducción estarán protegidas por uno o diversos elementos que podrán absorber, sin deformación permanente, los siguientes esfuerzos:

- Choques frontales y laterales con vehículos rodados hasta una velocidad de 8 km/h. Se considerará una gama de alturas de los parachoques de los vehículos rodados que irá desde 390 a 700 mm.
- Choque frontal con otro sistema tranviario a la velocidad de conducción de maniobras (3 km/h).

9.4.2.3. Anti-climbing.

Las cajas que componen el sistema tranviario estarán diseñadas de manera que se evite todo riesgo de cabalgamiento en caso de colisión violenta.

9.4.2.4. Anti-arrollamiento.

Las partes delantera y posterior del vehículo estarán equipados con un dispositivo tipo “pala” o similar, diseñado para rechazar los objetos o cuerpos de debajo del sistema tranviario. Se mantendrá lo más próximo posible al plano de rodadura (algunos centímetros) para permitir que se aparte una extremidad de niño.

9.4.2.5. Las formas exteriores.

Las superficies exteriores del vehículo, particularmente las partes delanteras y posteriores, serán lisas y sin asperezas, sin ningún saliente que pueda causar daño a una persona.

9.4.2.6. La resistencia al vandalismo.

El mobiliario interno y los materiales del que esté hecho disuadirán, en la medida de lo posible, a los vándalos de actos como el graffiti, el desgarro, el desmontaje, la rotura, etc. Se valorará que las superficies exteriores e interiores del sistema tranviario estén preparadas con pintura anti-graffiti.

Los asientos en la medida de lo posible serán a prueba de desgarros (ejemplo, con una rejilla metálica o plástica embebida dentro de la tapicería) y los materiales que los constituyan no serán inflamables.

Todos los equipos de concepción modular serán de sencillo y rápido desmontaje por operarios cualificados con las herramientas adecuadas, pero protegidos eficazmente contra actos de vandalismo.

9.4.2.7. La resistencia al fuego.

El diseño de las unidades será de tal forma que cumpla con la norma UNE-EN 50553 “Aplicaciones ferroviarias. Requisitos para la capacidad de rodadura en caso de fuego a bordo del material rodante”.

Además, tras la derogación de las normas UNE 23102 y 23727, será de total aplicación la normativa UNE-EN 45545 “Aplicaciones ferroviarias. Protección contra el fuego de vehículos ferroviarios” en todos sus capítulos o partes, por lo que el licitador deberá de entregar un estudio específico de los materiales que incluye en su suministro con objeto de verificar la adecuación del mismo a la explotación del Tranvía de Alcalá.

En este sentido, el vehículo será clasificado de acuerdo a las siguientes categorías:

- a) Categoría de diseño: “N” (Vehículo Estándar)
- b) Categoría operacional: “1” (Líneas no bajo tierra).

Por tanto la unidad será clasificada, de acuerdo con el nivel de riesgo de incendio asociado con su diseño y operación, como HL1. No obstante, el licitador deberá de ofrecer como opcional la posibilidad de que sea HL3, así como el estudio de los materiales para dicho grado, en caso de que el Adquirente lo considere así apropiado para su eventual utilización en otras líneas bajo tierra.

El licitador presentará en su oferta un programa de pruebas reales a realizar sobre el sistema tranviario al objeto de estimar el comportamiento del sistema. Este protocolo será sometido a la aprobación de la dirección de Obra y del Adquirente.

De manera adicional, serán de aplicación las normas NFF16-101 o DIN 5510, y los equipos eléctricos deben respetar, en cuanto a los temas de resistencia al fuego y emisión de humos la normativa NFF 16-102, y las medidas globales de prevención contra incendios del propio vehículo deben ajustarse a las directivas citadas en la norma NFF 16-103.

Durante la fase de proyecto, y siempre antes de la entrega del primer tren, el adjudicatario deberá entregar al Adquirente un dossier técnico en el que se incluirán las certificaciones correspondientes a nivel de piezas así como la simulación de incendio en el interior del módulo, de tal forma que demuestre el cumplimiento de la norma UNE-EN 45545 de todos los materiales a los que aplique, describiendo las características respecto a la inflamabilidad (clasificación de fuego y humo) y la propagación de humo y/o gases tóxicos o corrosivos.

No se permitirá el uso de productos que contengan amianto ni halógenos.

9.4.2.8. El mobiliario interno.

El mobiliario interno del sistema tranviario debe diseñarse teniendo en cuenta la seguridad de los pasajeros, y dicha seguridad se tendrá en cuenta especialmente al proyectar los siguientes elementos/aspectos:

- a) El tipo de materiales usados (cristaleras, partes de hierro...).
- b) Las formas (que no haya aristas vivas, evitar riesgos de aplastamiento...).
- c) Los espacios necesarios para las circulaciones y el estacionamiento de los pasajeros (incluidos los viajeros en silla de ruedas) y las calidades antideslizantes del suelo.

9.4.2.9. La grabación de los eventos durante la marcha.

Los distintos parámetros característicos (alrededor de una docena) de la marcha en explotación se registrarán en una memoria grabadora de eventos conectada al sistema informático del tren y compatible con ordenadores tipo PC.

Ejemplos de los parámetros característicos son la velocidad, el sentido de la marcha, la aplicación del freno de servicio o de emergencia, la hora, etc. Se almacenarán en ella también las averías o errores que se produzcan en la totalidad de los equipos embarcados.

El tamaño de dicha memoria (que deberá poderse extraer) permitirá que se guarden en ella los datos de los últimos 2 días de operación. La modificación de los parámetros a guardar será una operación simple, y no entrañará modificación de software ninguna. El sistema de grabación de eventos se pondrá en hora con los sistemas de explotación (Señalización, TETRA, SAE, etc.) del sistema tranviario.

Adicionalmente se realizará aparte una grabación permanente, también puesta en hora con los sistemas de operación, de los acontecimientos que ocurren delante del sistema tranviario. Dichas grabaciones se almacenarán en la caja negra de CCTV.

9.4.2.10. Disposiciones específicas a la cabina del conductor.

La concepción de la cabina deberá tener en cuenta la necesaria protección del conductor y deben minimizarse los riesgos físicos y eléctricos. Los componentes de la cabina no deben degradarse con el tiempo (excepto si es debido a choques o accidentes).

Para garantizar esto, el diseño de la cabina preverá:

- Una estructura tipo “fusible” que pueda absorber los choques y que estará interpuesta entre la parte delantera del vehículo y el pupitre de conducción. La unión de esta estructura “fusible” con la estructura del vehículo estará preparada para que en caso de colisión la propagación de la deformación dentro de la cabina esté limitada.
- La concepción de la cabina excluirá todo ángulo vivo o todo borde cortante, incluso en caso de desgarro o deformación.
- El cristal parabrisas deberá tener una resistencia muy alta al as sollicitaciones mecánicas, tanto estáticas como dinámicas.

9.4.2.11. Botiquín embarcado.

Cada cabina de conducción llevará un botiquín de primeros auxilios.

9.5. Control y seguimiento de los objetivos FDMS.

Los objetivos y prestaciones FDMS serán alcanzados en el transcurso de distintas etapas sucesivas, que se iniciarán con la entrega de los vehículos.

En los siguientes subepígrafos se definen dichas etapas.

9.5.1. Período de puesta a punto.

El periodo de puesta a punto se define como el período en que se realizarán las puestas a punto de los sistemas tranviarios en las instalaciones del cliente, ya entregados. El adjudicatario comunicará sus necesidades a las partes pertinentes para poder realizar tales tareas de puesta a punto, y encajándose en el planning de obras e inicio de explotación manejado por el cliente. El adjudicatario asumirá todos los costes derivados de la puesta a punto en las instalaciones del cliente.

9.5.2. Período de pruebas.

En el período de pruebas se realizará la Entrega Inicial de los sistemas tranviarios (siempre que sus características se adecúen a lo definido en este pliego) y se empezarán a contabilizar los valores FDMS.

Al fin de la marcha en blanco (en vacío, sin pasajeros) las prestaciones alcanzadas al respecto de los índices FDMS deben ser por lo menos aquellas definidas para el inicio de la explotación comercial (puesta en servicio). Si no lo son, en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares se define el procedimiento previsto para tratar dichas carencias.

**9.5.3. Período de consolidación.**

Durante toda la fase de garantía, el adjudicatario y el Operador conjuntamente seguirán y controlarán la evolución de los índices FDMS. Se decidirán conjuntamente las medidas a tomar para asegurar el crecimiento de los parámetros FDMS hasta los niveles indicados en sus correspondientes apartados (9.1, 9.2, 9.3 y 9.4).

Mensualmente, el adjudicatario presentará al cliente y a la dirección de Obra el plan de acciones previstas para ir haciendo crecer los índices FDMS según sus niveles propuestos. La salida de garantía de los vehículos y su recepción definitiva no se realizará hasta que sus prestaciones especificadas no sean alcanzadas. Consultar el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

9.5.4. Período de operación.

Una vez superado el período de garantía y recepcionados definitivamente los sistemas tranviarios, se seguirá por parte del Operador la evolución de los parámetros FDMS, juntamente con otros indicadores de mantenimiento, para que se pueda evaluar la calidad del servicio suministrado al Tranvía de Alcalá.

10. ASPECTOS ESTÉTICOS.**10.1. Propuesta a presentar por los Licitadores.**

El licitador, en su oferta, entregará al menos tres (3) propuestas de diseño interior y exterior, siguiendo los criterios de imagen corporativa del Consorcio de Transportes del Área Metropolitana de Sevilla.

Se aportarán referencias previas en materia de diseños de interior y exterior de los diseñadores que hayan intervenido en estas propuestas.

Estas propuestas, sobre todo en lo que a la parte interior se refiere, estarán de acuerdo a los criterios de diseño, necesidades de capacidad, y condicionantes de accesibilidad, habitabilidad y confort indicados en las presentes especificaciones.

Todas las propuestas tendrán en cuenta lo indicado en el apartado de repuestos (epígrafe 20), debiendo asegurarse la existencia de repuestos para todas las piezas de diseño singular, específico o especial durante los 30 años de vida útil del material.

10.2. Propuesta presentada por el Adquiriente.

Adicionalmente a las propuestas presentadas por los Licitadores, y en el supuesto que no se aceptase o no se encontrase idónea ninguna de las 3 propuestas realizadas por los mismo, el Adquiriente, cuando se realice la adjudicación tendrá derecho a presentar una propuesta de diseño y/o interiorismo al adjudicatario, debiendo ésta adaptarla, en la medida de lo posible, a su material móvil.

10.3. Maquetas y muestras.

El proceso de diseño incluirá, previo a la validación y aceptación por parte del Adquiriente, y si fuese requerido por éste, la realización de:

- a) Maquetas a escala para visualización exterior.
- b) Análisis de visibilidad del conductor y de los viajeros.
- c) Muestras específicas de elementos constitutivos: puertas, asientos, barras, etc.
- d) Muestras específicas de aspecto de diversas piezas.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 73 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	



Además, se incluirá una maqueta 1:1 de un módulo de cabecera, de un módulo con puerta de acceso doble y zona de PMR, y/o de un módulo central y que servirá también para exposición y uso público. Dicha maqueta será propiedad del adquirente y se entregará por parte del adjudicatario en el lugar que se determine.

En caso de validación de la propuesta, los materiales de las muestras y/o maquetas podrán ser utilizados para la elaboración de la última unidad a entregar, o podrán formar parte de material de repuesto de las unidades entregadas.

10.4. Inclusión en el alcance.

La contratación del Diseñador Externo, así como la realización de los estudios, simulaciones, pruebas, maquetas, muestras y cuantos elementos resulten necesarios para la definición e instalación a satisfacción de la Administración de los elementos visibles interiores y exteriores queda dentro del alcance del suministro y del precio ofertado, así como la adquisición, instalación y mantenimiento de los elementos resultantes del diseño final.

11. EQUIPOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS. BOGIES.

El sistema de alimentación de las unidades se realizará a una tensión de 750Vcc. Por tanto los equipos eléctricos del tren estarán preparados para la adquisición de energía a dicha tensión. A partir de este, se establecerán una serie de circuitos eléctricos, que serán asociados a los sistemas de tracción, sistemas embarcados electromecánicos, alimentación segura a sistemas vitales, y resto de sistemas.

Será en cualquier caso de aplicación las siguientes normas:

- UNE EN 61287 para inversores de tracción.
- UNE EN 60349-2 para motores de tracción.
- UNE EN60322 para los sistemas de frenado basados en resistores.

El conjunto del sistema de tracción garantizará una conducción segura, fiable y suave. Para el cumplimiento de las prestaciones solicitadas, el Licitador deberá de proponer:

- a) Una configuración del sistema de tracción (motorización) que otorgue los mayores niveles posibles en términos de fiabilidad, disponibilidad, seguridad y mantenibilidad.
- b) Las medidas para el ahorro de energía (frenado regenerativo y energy saver) cuantificadas en ahorro en términos de marcha.
- c) Los estudios de compatibilidad electromagnética, debido a la presencia de equipos inversores.

Todos los equipos eléctricos y electrónicos del sistema tranviario, ya sean de BT o AT, no causarán perturbaciones electromagnéticas sobre las características de la línea, de las instalaciones y las personas cercanas. Quedará bajo responsabilidad del adjudicatario el subsanar cualquier problema de este tipo que aparezca durante la puesta en servicio y fase de garantía.

A continuación se definen las características principales que deberán tener los equipos de tracción y sus auxiliares asociados.

11.1. Protección contra sobretensiones.

Las unidades deberán estar protegidas contra sobretensiones provocadas por el sistema de alimentación u otro sistema externo, preferentemente mediante derivadores de sobretensión

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 74 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

localizados en el techo del vehículo, en las inmediaciones del pantógrafo. Estos niveles de protección deberán de estar de acuerdo a la norma UNE-EN 50163/CEI 60850.

Estas protecciones serán coherentes y compatibles con sus equivalentes instalados en la LAC (autoválvulas).

11.2. Protección contra sobreintensidades.

Debido a la naturaleza de los sistemas de tracción, los sistemas de protección contra sobreintensidades serán de tipo guardamotor, es decir, deberán de poder soportar sobreintensidades de carácter instantáneo como pueden ser las debidas a las puestas en tensión, y los arranques de motor ya sea en algún modo normal o excepcional (rampa ascendente, degradado, etc.). Para ello los equipos deberán de contar con inercia térmica suficiente como para poder disipar estas sobreintensidades.

Cuando estas sobreintensidades puedan tener un carácter térmico más pronunciado (más prolongadas en el tiempo) una protección deberá de limitar dicha sobreintensidad o incluso desconectarla. Dentro de los equipos que se pueden usar (lista no exhaustiva, el licitador es libre de proponer nuevas medidas) se tienen:

- a) Fusibles ultra-rápidos.
- b) Disyuntores.
- c) Micro-Disyuntores.
- d) Termocontactos.
- e) Limitación electrónica de la intensidad.
- f) Contactores de precarga.

El disyuntor general de la instalación, instalado al lado del pantógrafo, se describe en el apartado 11.6.

11.3. Captación de corriente a través de la Línea Aérea de Contacto (LAC o catenaria).

Se entenderá por LAC la línea aérea de contacto que alimenta eléctricamente al sistema tranviario mientras éste discurre por las vías del sistema.

La captación de energía desde la LAC será realizada por un sistema de contacto tipo pantógrafo de acuerdo a la UNE-EN 50206-2 y deberá estar adaptado y compatible con la catenaria a instalar en la línea tranviaria. En el apartado 15.11 del presente pliego se indican las características básicas de la catenaria a instalar. El pantógrafo se situará de tal manera en la unidad que se minimice la longitud de cableado de potencia.

El pantógrafo estará dimensionado para asumir la captación de corriente necesaria para traccionar dos unidades para los funcionamientos degradados. La disposición física del pantógrafo será consistente con los gálibos estáticos y dinámicos de la catenaria, y cumplirá con las distancias de seguridad de todos los elementos del tren, librando en especial 100 mm respecto a cualquier otro elemento de la unidad que sea susceptible de estar a tierra.

El pantógrafo dispondrá de elementos frotadores los cuales podrán ser reemplazados dentro de las labores de mantenimiento. El licitador indicará en su oferta los valores típicos de reemplazo de dichos frotadores de acuerdo con la disposición de catenaria definida así como el MTBF del equipo de pantógrafo.

El pantógrafo estará preparado para las solicitudes mecánicas y dinámicas definidas por el proyecto anteriormente indicado. El licitador indicará los valores de presión estática y dinámica con la catenaria así como sus tolerancias en función de la velocidad. En este sentido, los esfuerzos longitudinales deberán de ser soportados en operación normal, pero deberá de permitir el desenganche del pantógrafo ante esfuerzos superiores a 2300 N, sin provocar daños en los equipos de anclaje de forma que se permita su remplazo.

11.4. Retorno de corriente y puesta a tierra.

Los bogies serán los elementos encargados de la puesta a tierra del tren, y serán los que cierran el circuito de tracción derivando las corrientes de retorno hacia los carriles. Estas corrientes se efectuarán a través de cajas y dispositivos tipo escobilla, donde también irán conectados los elementos de conexión a tierra. El número de estos dispositivos de paso de corriente será mínimo de 2 para retorno de corriente y 2 para protección de personal.

En cualquier caso, tanto la disposición como el número de estos equipos deberán de estar de acuerdo con las especificaciones VDE 0115 (UNE-EN50121-1) y las recomendaciones de la antigua DIN57115 que pudieran no estar contempladas dentro las normas que la sustituyen y actualizan.

El Licitador verificará la compatibilidad del retorno de tracción con los modelos de electrificación para asegurar que tensiones de contacto de carril no superan los umbrales para el resto de sistemas conectados a vía. De forma especial verificará su compatibilidad con los sistemas de señalización definidos para esta línea; en caso de no existir limitación por este sistema, la resistividad entre dos ruedas del mismo bogie no excederán los $0,1\Omega$ con objeto de permitir el shunt en zona de circuitos de vía.

11.5. Pararrayos.

El equipo propuesto deberá de venir equipado con pararrayos ubicados en las inmediaciones del pantógrafo con objeto de proteger el equipamiento de tracción de posibles descargas, ya sean de rayos sobre la catenaria o de otro tipo de elementos.

El licitador deberá de proveer las características eléctricas del mismo, indicando los valores normales y extremos para las tensiones de operación, corrientes de descarga, tensiones residuales etc. Asimismo indicará las características dimensionales.

11.6. Disyuntor general.

Lo más cerca posible del pantógrafo el sistema tranviario tendrá montado un disyuntor general de protección, que realizará la función de proteger los circuitos de tracción del sistema tranviario.

El disyuntor podrá abrir tanto en tracción como en frenado. Será de tipo extra-rápido y el Licitador justificará el valor de la corriente de disparo en función de los consumos previstos, ~~incluyendo el sistema sin catenaria~~. Dicho valor estará en el orden de los 2000 A.

De este equipo, el Licitador debe especificar en su oferta:

- Mantenimiento a realizar sobre el equipo (operaciones, periodicidad y coste)
- Máximo poder de corte
- Intensidad de disparo

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 76 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

- Límites superior e inferior de la regulación de la intensidad de disparo
- Curvas intensidad de disparo-tiempo
- Características constructivas y de operación

El mando del disyuntor estará situado en la cabina del conductor y se señalará claramente al conductor su estado (cerrado/abierto). El disyuntor podrá desconectarse desde el accionamiento electrónico, y opcionalmente podrá haber un conmutador (precintado con alambre de plomo) en la cabina del conductor para su eventual desconexión (para hacer frente a posibles fallos).

El disyuntor será accionado por resorte, accionado eléctrica o electrónicamente. En cualquier caso, el modelo propuesto por el Licitador deberá cumplir el estándar CEI60077.

El disyuntor estará instalado en una caja estanca, protegida del polvo y del agua. Dicha caja estará fabricada de un material aislante e incombustible. El montaje y diseño (accesos, espacios libres, etc.) de esta caja será tal que permitirá realizar el mantenimiento del disyuntor sin tener que retirar la caja de su ubicación en el techo del sistema tranviario. La caja estará ventilada adecuadamente, teniendo en cuenta el escape de gases ocasionado por la apertura del disyuntor. El Licitador deberá tener muy en cuenta el carácter de seguridad de este equipo, y su diseño no podrá dar lugar a aperturas intempestivas y será selectivo con otras protecciones. Se deberán aportar referencias de su empleo en otros vehículos/sistemas así como certificados de los ensayos de ruptura.

11.7. Filtros de entrada.

El filtro de entrada tiene una función doble, la de impedir que las perturbaciones de la red puedan afectar a los equipos embarcados, y que corrientes pulsantes del sistema de tracción no se trasladen a la catenaria.

Se tratará de un equipo LC específicamente diseñado para aplicaciones de tracción, definiendo en este caso el licitante el tipo de filtro que mejor se ajuste para filtrar las frecuencias, incluso pudiendo definir equipos independientes en caso de que los rangos de frecuencia así lo hagan conveniente (por ejemplo, bajas frecuencias de las corrientes de tracción y elevadas frecuencias para la EMC).

Estos equipos quedarán protegidos y fuera del acceso de las personas (incluso de mantenimiento), siendo el adjudicatario quien indique el modo de acceso seguro con objeto de evitar contacto con zonas cargadas.

11.8. Protección contra tensión nula.

Con objeto de proteger debidamente los equipos y para tener en todo momento controlada la operativa de la unidad, se implantará un sistema contra tensión nula con la siguiente funcionalidad:

- Cuando desaparezca la alimentación de la LAC, desconectando automáticamente los aparatos/equipos que estaban conectados a ella.
- Cuando regrese la alimentación de catenaria, conectando automáticamente los equipos que toman su alimentación de la misma.
- Esta protección también actuará sobre los equipos electrónicos, cuidando especialmente sus tiempos de desconexión y conexión, que serán adecuados para que en ningún caso pueda perderse el control de la unidad.
- Tanto la desconexión y reconexión de los equipos se llevarán a cabo con cierto retraso en el tiempo a partir de la caída o puesta en tensión. Este retraso se podrá ajustar de forma

independiente entre 5 y 20 segundos por el personal de mantenimiento, sin necesidad de operaciones complejas.

11. 9. Inversores de tracción.

Los inversores de tracción serán los encargados de, a partir de la alimentación de la catenaria (750 VCC), dar alimentación a los motores de tracción (alimentación trifásica en 400 VCA a frecuencia de 50 Hz), pudiendo alimentar de manera independiente cada lado de tracción tanto en frecuencia como en potencia. Dichos inversores serán del tipo VVVF “Variable Voltage Variabel Frequency”, refrigerados por aire, un sistema tipo HeatPipe, o algún sistema similar/asimilable a los descritos, que sea inmune a la polución y que requiera mantenimiento nulo.

Cada bogie motor vendrá equipado, por tanto, por un conjunto inversor que, a su vez, dispondrá de dos equipos inversores al menos, con capacidad de alimentación trifásica regulando tanto frecuencia como amplitud. Estos inversores estarán basados en IGBTs, asegurando una continuidad en el bus de 750 VCC y bus adecuado en la parte de continua así como un filtro adecuado en las parte de alterna con objeto de no afectar a los motores. Estos equipos estarán diseñados de forma que puedan soportar oscilaciones bruscas de tensión y huecos en la alimentación en continua, sin deterioro por su uso.

Cada sistema inversor estará controlado por una unidad microprocesada, en cual estará gestionado por un controlador superior que dará las órdenes específicas a cada inversor para conseguir la regulación en frecuencia y amplitud deseada. Las funcionalidades mínimas de este equipo de mando y regulación serán:

- Procesará las consignas de aceleración o freno que reciba de la unidad central.
- Controlará los sistemas de tracción y maniobrará los componentes.
- Capturará y procesará los valores de los parámetros del sistema.
- Captura de errores y su envío a la unidad central.
- Detección y corrección de patinajes y deslizamientos.
- Protección del ondulator.

Asimismo tendrá la posibilidad de activar el freno eléctrico, pudiendo:

- Realizar frenado regenerativo siempre y cuando la red sea capaz de absorber la energía.
- Activar el freno reostático en caso de que la red no pueda absorber el excedente de energía.
- Informar a la unidad de control de tracción el esfuerzo de frenado real, de forma que este pueda activar los frenos mecánicos con objeto de que la suma de ambos frenados permitan el frenado en el nivel deseado.

Estará alojado en un cofre en la zona superior del vehículo ofreciendo un grado de estanqueidad IP65 o superior, y no deberán originar vibraciones, ruidos ni emisiones electromagnéticas de acuerdo a lo establecido en los respectivos puntos de este pliego.

Estos equipos estarán diseñados de forma que puedan soportar oscilaciones bruscas de tensión y huecos en la alimentación en continua, sin deterioro por su uso. No obstante el licitador deberá indicar.

- Los límites previos a su desconexión; y el proceso de reconexión.
- THD máximo en función del rango de frecuencias ofrecido.

Dispondrá de las siguientes protecciones:

- Protección contra cortocircuitos internos.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 78 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	



- Sobretensión y tensión mínima de línea.
- Sobrecargas.
- Exceso de temperatura.
- Arranque progresivo después de cortes o paso por seccionamientos.

11.10. Motores de tracción.

Se ofertarán motores cerrados, herméticos y libres de mantenimiento en la medida de lo posible. Serán autoventilados y especialmente diseñados para aplicaciones ferroviarias, tanto por el rango de frecuencias y amplitudes a soportar como por las vibraciones, sobrecargas, y rangos térmicos de trabajo.

Estos motores estarán alimentados por los equipos convertidores de frecuencia. Serán motores de asíncronos de rotor en jaula de ardilla (sin alimentación de rotor por escobillas o colectores) o similar. El estátor por su parte deberá de contar con sensores de velocidad de giro del motor conectados a los equipos de control, así como sondas de temperatura para medir su estado.

Estos motores deberán ser alimentados dos a dos con objeto de permitir el efecto diferencial de giro de las ruedas del mismo eje.

El licitador indicará la correspondencia de los motores propuestos con las prestaciones solicitadas en este pliego.

11.11. Convertidores estáticos auxiliares.

Los convertidores estáticos serán los encargados de, a partir de la alimentación de la catenaria (750 VCC), dar alimentación a los siguientes equipos de la unidad (tanto el listado como el reparto no es exhaustivo):

- Alimentación en alterna (400 VAC trifásico 50 Hz). Serán los encargados de la alimentación de los equipos electromecánicos auxiliares del tren, como la climatización, ventilación de equipos, parte de la iluminación, etc.
- Alimentación en continua (24 VCC) para los equipos electromecánicos y de control de carácter crítico, y cuya alimentación está a su vez soportada por baterías. Se encuentran los equipos de control de conducción, accionamiento de puertas, luces de testero, bombas hidráulicas, sistemas de comunicaciones y radio, y la iluminación de emergencia.

Además de esto presentará diversas tomas para equipos auxiliares tanto en la cabina del conductor como en la zona de pasaje, con objeto de poder utilizar herramientas enchufables y resto de equipamiento.

El listado presentado no es exhaustivo, y el licitador deberá de presentar un reparto de alimentación de los diferentes servicios, pudiendo presentar de forma justificada cualquier variación respecto a esto.

Estará formado por equipos inversores basados en tecnologías de IGBTs, asegurando una continuidad en el bus de 750 VCC y un filtro adecuado en las parte de alterna que haga que el rizado no afecte al equipamiento conectado a él. Estará alojado en un cofre en la zona superior del vehículo ofreciendo un grado de estanqueidad IP65 o superior, y no deberán originar vibraciones, ruidos ni emisiones electromagnéticas de acuerdo a lo establecido en los respectivos puntos de este pliego.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 79 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

Debido a los niveles de redundancia exigidos habrá al menos dos equipos convertidores, uno por cada grupo de captación, si bien el licitador podrá proponer alguna alternativa que asegure algún nivel de redundancia. Cada uno de los equipos convertidores podrá hacerse cargo del 100% de la alimentación incluyendo la climatización. En cualquier caso ambos convertidores estará unidos con objeto de repartirse la carga de alimentación.

Estos equipos estarán diseñados de forma que puedan soportar oscilaciones bruscas de tensión y huecos en la alimentación en continua, sin deterioro por su uso. No obstante el licitador deberá indicar los límites antes de su desconexión y el proceso de reconexión. Tendrá un THD máximo del 10%, permitiendo unas variaciones de tensión de $\pm 10\%$ y si bien no se considera variación de frecuencia, en caso de existir no será admisible una variación de frecuencia superior al $\pm 0,5\%$.

Dispondrá de las siguientes protecciones:

- Protección contra cortocircuitos internos.
- Sobretensión y tensión mínima de línea.
- Sobrecargas.
- Exceso de temperatura.
- Arranque progresivo después de cortes o paso por seccionamientos.

La electrónica de control será tal que las señales de disparo se den mediante conexiones de fibra óptica, y estas señales de disparo estarán conjugadas entre los diversos equipos conversores de forma que no se produzcan recirculaciones y que se minimice el THD en el funcionamiento en paralelo.

El convertidor estará alimentado por el sistema de autonomía embarcado, pudiendo tomar alimentación desde la catenaria para poder arrancar en caso de que el sistema autónomo se encuentre descargado.

11.12. Motores auxiliares.

El licitador entregará un listado de los motores auxiliares, indicando su disposición, características eléctricas, aislamientos, etc. En especial indicará las temperaturas de servicio en todos los supuestos de operación para apreciar que estos motores no tienen riesgo de sobrecalentamiento en sus devanados y resto de partes funcionales.

11.13. Información de velocidad.

La información de velocidad del vehículo deberá ser:

- De una gran precisión.
- Única para todos los equipos implicados (usuarios de dicha información).
- De una alta disponibilidad.
- Obtenida con el mínimo posible de componentes.
- No perturbable por la avería o fallo de uno de sus usuarios.

Dichos objetivos se lograrán a partir de los principios siguientes:

- Un solo dispositivo de medición de velocidad sobre cada vehículo.
- Dos cadenas independientes y totalmente redundantes, autosupervisadas y que cumplan las funciones siguientes:
 - Adquisición de las señales del vehículo.



- Cálculo de las aceleraciones y jerk.
- Detección de los patinajes y deslizamientos.
- Elaboración de la velocidad.
- Distribución de dicha señal de velocidad a todos sus usuarios (SAE, Unidad central embarcada, equipos tracción-freno, etc.).

11. 14. Lazos de seguridad.

La detección de las situaciones que puedan afectar a la seguridad se realizará por lazos (bucles) de seguridad que, en caso de corte, activarán el freno de emergencia.

El licitador deberá de presentar una lista de funciones que van a ser supervisadas por estos lazos o circuitos de seguridad. La información de estos lazos deberá de poder ser emitida a los diversos sistemas asociados con la circulación. En cualquier caso, existirán conmutadores específicos (by-pass) sellados que servirán para ponerlos fuera de servicio en caso de ser necesario desde el puesto de conducción.

11.15. Aparellaje eléctrico y electrónico.

Tanto el aparellaje eléctrico como electrónico estarán de acuerdo a la normativa en vigor.

El aparellaje eléctrico y electrónico embarcado en el tranvía cumplirá las especificaciones de la ficha UIC 616-0

Estará adecuadamente ventilado, pero evitando toda entrada de agentes exteriores que puedan ser perjudiciales para los equipos (polvo, nieve, agua, etc...)

Todos los contactos auxiliares y relés estarán protegidos contra todos esos elementos exteriores perjudiciales, mediante tapas herméticas de material plástico, metálico o similar.

Los equipos eléctricos y electrónicos cumplirán con la normativa en vigor. El adjudicatario tendrá que certificar todos los ensayos obligatorios del material, y se verificará que cumplan las siguientes prescripciones:

- Deberán soportar las sobretensiones que puedan darse en la línea aérea de contacto, según definidas en la normativa EN 50 163. No se transmitirán sobretensiones a los equipos de BT
- Serán compatibles a nivel EMC (electromagnético) con el resto de equipos de seguridad (señalización, enclavamientos...)
- Cumplirán la norma EN 50121-3-1 edición 4/96, de manera que no se produzcan perturbaciones en emisiones/ recepciones públicos.
- Resistirán vibraciones y choques, indicando cumplimiento de la norma UNE-EN 50125-1 o equivalente
- Su funcionamiento estará previsto entre los límites de temperatura y humedad a considerar.
- Se superarán para los equipos 750 Vcc las pruebas de rigidez eléctrica típicos para la tensión 750 VCC

Los contactos de ruptura de las protecciones deberán estar garantizados, en condiciones de funcionamiento normal, para una duración de por lo menos 150.000 km.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 81 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

11.16. Cableados, canalizaciones y soportes.

Los cables a instalar en el material rodante dispondrán de aislamientos ignífugos y auto-extinguibles (tanto los cables de AT como de BT). No serán propagadores de incendios, tendrán una mínima emisión de humos y de nula o extremadamente baja emisión de gases tóxicos.

En general y complementariamente a lo definido en el apartado de Seguridad, los cableados que se instalen cumplirán las siguientes normas.

Cables de tracción	DIN 5510
Resto de cables	AF 16-101 (Clasificación AF1)
No propagación del incendio	UNE-EN 60332
Emisión de halógenos (cero halógenos)	UNE-EN 60332/ UNE-EN 60754
Corrosividad de los humos	UNE-EN 60754

Adicionalmente a lo ya definido, todos los cables que vayan estar sometidos a torsión, flexión o ambas a la vez, serán del tipo “extraflexible” clase 5 o 6.

Los cableados de tracción irán por canalizaciones y bandejas separadas del resto, y se tratará asimismo que los cableados del circuito de puertas, el lazo de seguridad y los cables de comunicaciones vayan por canalizaciones segregadas.

Las bandejas de cableado que se instalen deberán ser de la máxima calidad, y de las dimensiones adecuadas para que se puedan realizar operaciones de mantenimiento o intercambio de las mismas con facilidad. Las bandejas serán resistentes al fuego. Se estudiará la posibilidad de pasar cableados por dentro de los largueros si el bastidor es de acero. Las bandejas de cableado cumplirán la normativa vigente en cuanto a resistencia, modo de fijación, etc...

Los soportes de los elementos de canalización de cables sobre el bastidor y sus fijaciones estarán dimensionados para resistir las peores condiciones de explotación e incluso para sufrir una afectación mínima (dentro de lo posible) en caso de accidente. Los anclajes estarán adecuadamente protegidos contra la corrosión mediante un galvanizado o procedimiento similar.

Los taladros de anclaje se harán con plantilla para facilitar el mantenimiento, montaje y desmontaje de las bandejas durante la explotación, así como el intercambio de entre los mismos entre los distintos vehículos.

Las canalizaciones de cables evitarán en todo lo posible los cambios innecesarios de dirección, curvas etc. El trazado tratará de optimizarse en cuanto a longitud y rectitud.

11.17. Bogies.

Debido a la diversidad tecnológica para los vehículos de tipo bajo, a continuación se dan unos criterios básicos:

- Existirán bogies motores y bogies remolque. Se tendrá en cuenta la diferencia del reparto de peso entre los diferentes bogies para evitar deslizamientos de aquel con menor peso.
- Dispondrá de un bastidor de bogie sobre el que se montarán el resto de los elementos.
 - Estos bogies estarán calculados por el método de elementos finitos con un nivel de detalle adecuado para asegurando que se produce un reparto adecuado de los

esfuerzos, y que no se producen excesos de tensión en puntos críticos (soldaduras, uniones, cambios bruscos de tensión, etc.).

- Dispondrá de ruedas de tamaño adecuado a la explotación. Permitirán su torneado y podrá modificarse el perfil de rueda. Su diámetro mínimo será superior a 510mm.
- El licitador indicará la necesidad de incluir cajas de grasa.
- Dispondrá de sistemas de suspensión que permitirá el guiado de ejes al bastidor de los bogies, dentro del plano horizontal.
- Dentro de esta suspensión dispondrá de amortiguadores verticales y transversales para la transmisión de los esfuerzos del bastidor de bogies a la caja. El movimiento de la caja deberá estar limitado por algún tipo de tope.
- Los motores de tracción, los equipos reductores asociados a dichos motores, y los sistemas de acoplamiento entre ellos estarán incluidos dentro del cálculo del bastidor de bogie.
- Dispondrá acoplados los sistemas de freno, incluyendo los discos, patines electromagnéticos, los sistemas de pinzas, freno de estacionamiento y resto de sistemas según la definición del licitador.
- Dispondrá asimismo del espacio suficiente para incluir los equipos auxiliares asociados al sistema de tracción, como pueden ser:
 - Equipo velocímetro-tacógrafo.
 - Equipos de engrase de pestaña.
 - Antenas y sistemas de balizas de los sistemas embarcados asociados a la operación.
 - Equipos eléctricos asociados al retorno de tracción.
 - Otros sistemas, según definición de producto ofertado.

Todos los cálculos asociados a este bogie deberán de tener en cuenta las máximas de seguridad, así como cumplir con las prestaciones solicitadas en el presente pliego. De la misma manera, deberá de permitir la fácil accesibilidad a los elementos de los bogies para realizar su mantenimiento, facilitar la manipulación y desmontaje de dichos elementos sin tener que desmontar el bogie. No obstante, deberá de facilitar el desmontaje del bogie de la caja, con objeto de poder retirarlos y ser sustituidos por otros en caso de ser necesario.

El licitador presentará en su oferta:

- Plano de conjunto y detalles de los bogies que se estime conveniente para mejor comprensión del bogie que se oferta.
- Peso y características principales de los bogies.
- Cálculos de métodos finitos de los esfuerzos en el bastidor del bogie.
- Cálculos dinámicos de estabilidad del vehículo, a la velocidad máxima de 70Km/h, con perfiles de rodadura nuevos y usados.
- Cálculo previo de las frecuencias propias de las suspensiones vertical y transversal.
- Sistema de ejes o elemento de rodaduras seleccionado. Cálculo de la vida de los rodamientos de caja de grasa.
- Cálculo de las prestaciones del freno de servicio y del de estacionamiento.
- Análisis de la accesibilidad de los distintos elementos principales a efectos de mantenimiento y descripción de las operaciones de desmontaje y montaje de los mismos a fin de valorar su mantenibilidad.
- Previsión de duración de las ruedas, tanto por desgaste normal como por afilado de pestañas.

12. SISTEMAS EMBARCADOS AUXILIARES.

12.1. Autodiagnóstico y registro de averías.

De manera independiente a cualquier otro sistema embarcado o de terceros, el material rodante deberá de disponer de un sistema informático embarcado que muestre al conductor de la unidad el estado del sistema tranviario, capture en tiempo real diversas variables acerca del estado del tren, indique las partes averiadas en caso de haberlas, y que permita registrar la totalidad de los eventos e incidencias que se produzcan en el material rodante.

El sistema constará de unidades microprocesadas tipo PLC las cuales han de ser instaladas en cada módulo para permitir la intercambiabilidad y reemplazo de los mismos. Dicho sistema PLC contará con entradas y salidas directas tanto digitales como analógicas, además de soportar comunicaciones de equipos específicos mediante comunicación serie o Ethernet en caso de ser necesario.

Estos sistemas PLC dispondrán además de posibilidad de conexión al bus de comunicaciones al cual se podrán conectar también las tarjetas microcontroladoras de equipos específicos en caso de que tengan dicha capacidad. A dicho bus estará conectada la unidad central de control, que será la que tenga la misión de aglutinar dicha información, registrarla, y procesarla para realizar las acciones que sean necesarias en cada momento.

Esta central dispondrá de un terminal gráfico, y se ubicarán en los pupitres ambas cabinas de conducción, de forma que se puedan proporcionar los eventos y averías de una forma amigable por parte del conductor, y de acuerdo a las necesidades expuestas al reglamento de explotación. Esta central tendrá además la posibilidad de comunicarse con el resto de sistemas, ya sean de conducción o no, según convenga el reglamento de operación del sistema.

A continuación se muestra un listado de funcionalidades, la cual no es exhaustiva y podrá ser ampliada por los Licitadores:

- Adquisición de señales directas a través de las entradas digitales y analógicas, así como el envío de los comandos mediante salidas digitales y analógicas en caso de ser necesario.
- Control de los equipos microprocesados auxiliares mediante canal de comunicaciones entre el PLC y la tarjeta microprocesadora del sistema a controlar.
- Registro de todas las señales y comandos con estampa de tiempo.
- Presentación en tiempo real de la información del estado del tren, mediante interfaz gráfica con presentación de la posición en el tren y con codificación de niveles de alarma en función de la importancia del evento.
- Posibilidad de actuaciones de restablecimiento de avería, en caso de ser posible.
- Soporte de las comunicaciones para la unidad central, y comunicaciones de esta con otros subsistemas que así lo requieran.
- Autochequeo.
- Comunicación con sistemas PC externos mediante WIFI para la descarga de los eventos almacenados, a la llegada al taller, y posibilidad de configuración de los parámetros en taller a través de PC, si bien existirá algunos valores que podrán ser parametrizados por el conductor.
- Posibilidad de comunicación de incidencias de relevancia mediante los sistemas embarcados asociados a la explotación.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 84 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

12.2. Sistema antideslizante/antibloqueo.

El sistema tranviario dispondrá de un sistema antideslizante/antibloqueo, que deberá evitar que las ruedas se bloqueen durante el frenado. El sistema funcionará tanto sobre el frenado eléctrico como mecánico. Además dicho dispositivo evitará el deslizamiento de las ruedas sobre el carril en el momento de arrancada (patinaje de las ruedas).

La unidad recibirá, de sensores instalados en los ejes o equivalente, la señal de velocidad de rotación de cada rueda y comparará con una velocidad de referencia, que es la velocidad del sistema tranviario. Cuando una rueda tiende al deslizamiento, su velocidad rotacional cae por debajo de la velocidad de referencia y entonces el sistema antideslizamiento accionará las válvulas antideslizamiento y ajustará la presión de los cilindros de freno, hasta que la velocidad de la rueda se iguale nuevamente con la velocidad de referencia. (Se admitirá que la frenada se realice a través de la unidad de comando de freno).

12.3. Odometría.

El sistema de odometría a instalar en el sistema tranviario medirá las distancias recorridas por las ruedas. Este sistema dispondrá de comunicación con el equipo de patinaje con objeto de recibir correcciones al sistema.

Este sistema deberá proveer de información desde el odómetro hasta la unidad central del sistema tranviario, y poder enviarla a todos los sistemas asociados a la conducción o que necesiten conocer la posición del tren (SAE, señalización y sistema FAP), por lo que contará con los interfaces necesarios para poder establecer dicha comunicación.

12.4. Equipos de arenado.

Si bien los presentes pliegos no contemplan la necesidad de equipos de arenado para las unidades, y en caso de su uso el proponente tendrá que justificarlo adecuadamente, en caso de estar propuesto el licitador indicará en su oferta el número de areneros a instalar entregando los planos correspondientes a su instalación. En caso de ser necesarios serán equipos cuyo mantenimiento y acceso sea inmediato, permitiendo además una explotación superior a los 15.000 km entre reposiciones de arena, de forma que dicha reposición se pueda realizar en las revisiones mensuales.

Asociado a esto, el licitador presentará el plan y programa de mantenimiento, así como los posibles efectos adversos en el resto de sistemas, y una estimación de costes anuales de mantenimiento y consumibles derivados del uso de este sistema.

Por último, en caso de ser necesario este sistema, deberá de estar monitorizado por el sistema de autodiagnóstico y permitirá que existan otros sistemas que puedan enviar comandos sobre este sistema (por ejemplo al SAE).

12.5. Equipos de engrase de pestaña.

El licitador propondrá un sistema de engrase de pestaña situados en ambos módulos de cabecera, en las ruedas situadas en la parte más cercana al extremo de la unidad. Sobre el sistema el licitador indicará:

1. Frecuencia de aplicación y cantidad.
2. Posibilidad de aplicación por criterio de distancia recorrida, o en puntos precisos de la línea.



3. Tipo de material de engrase utilizado.
4. Actuaciones de mantenimiento. Periodicidad, dificultad, coste.
5. Impacto medioambiental.
6. Posibilidad de estar monitorizado por el sistema de autodiagnóstico y de que existan otros sistemas que puedan enviar comandos sobre este sistema (por ejemplo al SAE).

En cualquier caso permitirá una explotación superior a los 15.000 km entre reposiciones, de forma que dicha reposición se pueda realizar en las revisiones mensuales.

12.6. Caja negra.

Se trata de un sistema que efectuará el registro continuado de las señales y comunicaciones que se consideren vitales para la explotación, manteniendo los últimos datos de explotación (First-in First-out). Será tratada como un elemento de seguridad y dispondrá de los niveles de redundancia, protecciones necesarias con objeto de evitar la manipulación o el deterioro en caso de accidente.

Estará compuesto por un equipo de a bordo y por un equipo de transferencia y análisis de datos.

12.6.1. Equipo embarcado.

El equipo de a bordo estará constituido por una central de registros estática y por los elementos de captación de señal y de medida necesarios.

Los registros a incluir serán (como mínimo):

1. Estampa de tiempo en todos los registros.
2. Registros básicos iniciales: nº tren de explotación, nº conductor, etc.
3. Registro de número de sistema tranviario o composición.
4. Registro de posición, velocidad, tipo de mando (aceleración/freno), etc.
5. Registro de señales analógicas y digitales de los sistemas vitales, de forma que analíticamente se pudiera recalcular alguno de los datos anteriores (e.g. odómetro, relé de velocidad “cero”, estado de lazo de puertas).
6. Registro de eventos y fallos de los sistemas críticos de explotación, sobre todo aquellos cuya rotura puedan provocar la activación del freno de servicio y/o emergencia.

No obstante, el licitador deberá de proponer el listado completo de datos en función de su producto, ampliando este listado e indicando los tiempos en que se almacenarían estos datos, los cuales deberán de superar las siguientes prestaciones:

1. Almacenamiento de datos completos (valores y cambios de estado de todas las variables) de los últimos 100 km de explotación, registrando los valores y estado de variables con frecuencia de 1 segundo.
2. Almacenamiento de datos de los últimos 15.000 km de explotación, registrando los cambios en los estados de las variables.
3. Tendrá asimismo capacidad para grabar el estado especial de un equipo o sistema cuando se produzca.

La unidad podrá ser extraída sin perder contenido de la memoria durante un mes como mínimo. No tendrá límite de reproducción.

12.6.2. Equipo de transferencia y análisis de datos.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 86 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

De manera adicional se suministrará un sistema de transferencia de datos, sin borrarlos, de la caja negra hasta un ordenador tipo PC. Tendrá un software con interfaz en español que permita el análisis de datos, estadísticas, y exportación a sistemas ofimáticos de explotación de datos.

El licitador indicará en su propuesta las características más importantes de los equipos, tanto el embarcado como los sistemas de transferencia de datos, así como las referencias de uso por parte de otros administradores ferroviarios.

12.7. Caja negra de CCTV.

El material móvil incluirá un sistema similar a la caja negra de eventos que almacenará las imágenes captadas por las cámaras de la unidad interiores y exteriores, pudiendo almacenar hasta:

1. 1 días (24 horas) a 24 imágenes por segundo.
2. 1 semana (168 horas) a 15 imágenes por segundo.

Se valorará positivamente la mejora de estos tiempos de almacenamiento.

13. INSTALACIÓN NEUMÁTICA/HIDRÁULICA.

13.1. Características.

El sistema neumático del tren será el encargado de la activación de aquellos sistemas asociados a la operación que requieran de un sistema redundado e independiente a los sistemas electromecánicos o electrónicos.

Estará conformado por tuberías de acero inoxidable, si bien el Licitador podrá proponer alternativas justificando las mejoras que estas suponen al equipamiento (reducción de peso, reducción de precio, facilidad/abaratamiento del mantenimiento, etc.), si bien esta opción podrá ser rechazada por el Adquirente.

13.2. Instalaciones de tuberías.

Los fluidos a circular por estas tuberías serán accionados por elementos neumáticos o hidráulicos propios de cada uno de los sistemas para los que se utilice esta instalación.

Las tuberías serán rectas, se minimizará el número de uniones, y en caso de que sea inevitable realizar una curva esta curvatura será la máxima que permita el tren. Se tendrá especial atención en asegurar su estanqueidad independientemente del punto por el que pasen.

Los diferentes circuitos dispondrán de llaves de corte las cuales estarán ubicadas en puntos fácilmente accesibles por el personal operativo o de mantenimiento.

Las tuberías que conforman las conducciones estarán agrupadas por paneles, y se fijarán a los bastidores del tren mediante bridas, las cuales estarán distribuidas con la intención de evitar esfuerzos mecánicos, golpes y vibraciones sobre las juntas, racores o aparatos neumáticos/hidráulicos propios de la instalación.

El sistema de fijación impedirá asimismo el desplazamiento del sistema, bien por el peso propio de las conducciones o por esfuerzos, golpes y vibraciones bien provocadas por los propios sistemas hidráulicos/neumáticos, bien producidos por el tren en movimiento.



En el diseño se evitará la existencia de puntos bajos que puedan provocar condensaciones y/o acumulaciones de productos. Asimismo se procurará que estén protegidos y no sean accesibles por algún elemento de la caja del tren o externo al tren.

Se tendrá especial atención en aquellas mangueras o uniones flexibles, verificando que los movimientos que realizarán ante las basculaciones y rotaciones de los módulos del tren no tenderán a causar daño sobre las mismas.

Todas las llaves de corte del circuito deben estar ubicadas en lugares accesibles. Como es habitual, una llave alineada con la tubería estará en posición abierta y una perpendicular a ella, en posición cerrada.

13.3. Limpieza y manipulación de tuberías.

Se procurará asimismo que previo al montaje de todo el sistema en las cajas que las tuberías se limpien a conciencia para evitar en los circuitos restos de virutas de madera o metal o polvo que pueda afectar a la posterior utilización del sistema.

En la oferta el licitador indicará de manera específica las manipulaciones y precauciones a tomar cuando se manipulen y operen las tuberías de aire y agua, y los procedimientos específicos para las purgas y llenados, de tal forma que se puedan realizar por personal de mantenimiento sin riesgos para el sistema. A tales efectos, el adjudicatario del contrato entregará un Plan de Mantenimiento en el que, además de los aspectos anteriores, deberá indicar las precauciones y protocolos a tomar para evitar la contaminación de la parte interna de los circuitos de tuberías.

14. PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN.

En las unidades ofertadas los licitadores deberán poner los medios necesarios para evitar la formación de corrosiones en el conjunto de sus elementos. En general, se utilizarán metales que no sufran procesos de corrosión o que estén adecuadamente protegidos contra ellos.

Los procesos de corrosión podrían producirse por:

1. Condiciones ambientales. En este caso se tendrá especial atención a:
 - a. Temperatura, debido a que aceleran los procesos corrosivos.
 - b. Presencia de rocío (se produce en todas las partes exteriores y no escurre), que en este caso adquieren gran importancia debido a las condiciones de humedad y oscilación térmica diaria.
 - c. Polución.
2. Acciones físicas debido a que se disponen elementos electromecánicos con movimiento, con lo que se producirán tensiones mecánicas, posible fatiga de los materiales, corrientes vagabundas, etc.
3. Naturaleza de los materiales, su disposición, los tratamientos recibidos, naturaleza de los suelos sobre ellos.

Todos los elementos tendrán protección anticorrosiva, la cual será definida por los licitadores en función del cometido de la pieza, su forma, composición, recorrido, así como su comportamiento con respecto al conjunto del sistema. En especial se evitarán:

1. Dobleces en chapas y perfiles.
2. Las soldaduras por puntos o cordones que puedan ser sensibles a la corrosión.
3. Partes sin tratar/sin protección anticorrosiva.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 88 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

15. INTERFACES DEL MATERIAL MÓVIL.

En este apartado se citan los distintos subsistemas (tales como la señalización ferroviaria, la señalización viaria, el SAE, el billeteaje, la radio, el sistema de energía, talleres,...) con los que tiene que tener interfaces el material móvil y que es necesario que sean conocidos por los licitadores de material móvil a efectos de considerar las necesarias preinstalaciones en el mismo. Se presenta la información dividida por subsistemas.

Los elementos a instalar en el sistema tranviario provenientes de otros sistemas serán instalados físicamente en el tren por el suministrador del material móvil, de manera coordinada con el contratista del subsistema y siguiendo las especificaciones de requisitos de instalaciones de cada subsistema.

Para cada uno de los subsistemas se presenta el conjunto de equipos a instalar. Los Licitadores de material móvil deberá prever las necesarias preinstalaciones (espacios para equipos, cableados, huecos pasa-cables, etc.), asegurándose la posibilidad de instalar de todos los elementos simultáneamente, es decir, antenas, equipos controladores, y consolas en el pupitre de conducción.

Debido a la avanzada fase de avance del proyecto (ya en fase de obra) en el momento de la licitación del material móvil, el adjudicatario del presente contrato deberá integrarse como un actor más en el conjunto del proyecto.

Aunque en este pliego se citan las ubicaciones de los principales equipos en interfaz y sus funcionalidades, será responsabilidad del adjudicatario del material móvil el realizar las necesarias modificaciones que los posibles cambios en obra puedan causar. El adjudicatario será el responsable de realizar todas las modificaciones necesarias para cumplir con todos los requisitos.

De forma general a todas las interfaces, el adjudicatario del material móvil tendrá que tener un gran cuidado en cuanto a la compatibilidad Electromagnética (CEM). En particular, el adjudicatario del material móvil tendrá que estudiar y verificar las posibles interferencias electromagnéticas entre las antenas de señalización, tanto viaria como ferroviaria, y los cables de potencia del material móvil (en particular los cables de tracción en 750 Vcc, los cables de motores de tracción, los cables 400 Vca para los auxiliares tal como el sistema de aire acondicionado, etc.).

El adjudicatario tendrá que estudiar y proporcionar un plan de frecuencias que con tendrá las frecuencias “voluntarias” (frecuencias de trabajo) de cada equipo del alcance de suministro del material móvil (tal como el convertidor de tracción, el convertidor auxiliar para el sistema de aire acondicionado, el cargador de batería del tren, etc.). Este documento servirá como documento de interfaz para verificar las posibles interferencias electromagnéticas entre los equipos del lote material móvil y los equipos embarcados de los otros lotes. En el caso de que, a raíz de los estudios, éstas se prevean, el adjudicatario tendrá que instalar los filtros adecuados a sus equipos para que ninguna frecuencia de sus equipos perturbe al resto de los equipos embarcados tal como las antenas de señalización ferroviaria, de semaforización, etc.

15.1. Subsistema de Señalización Viaria.

Cada una de las unidades deberá de estar preparada para el montaje de las antenas que precise el sistema de señalización viaria. El número vendrá determinado por la longitud del tren y por la tecnología que determine en este caso el Proyecto Constructivo de Sistemas, en el caso que nos

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 89 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	



contempla, unidades de longitud tal que con una doble composición centrada sobre el andén, las puertas extremas de pasajeros más cercanas a las cabinas de conducción entren en los andenes previstos) se estima un máximo de una por cada cabecera del tren, si bien podrá ser una única antena en el cuerpo central del tren.

Estas antenas, así como los equipos en cabina y/o sistemas y mandos de operación serán suministrados por el contratista adjudicatario de los Sistemas de señalización viaria de la línea, si bien la instalación en las unidades será realizada por el adjudicatario del material rodante siguiendo las prescripciones del suministrador, teniendo en cuenta las interfaces físicas, dinámicas, eléctricas, de compatibilidad y EMC que este sistema pudiera tener con el resto de sistemas del tren.

En especial se tendrá en cuenta que podrá ser necesaria la instalación de un mando de emergencia de los semáforos, consistente en un pulsador y una antena, a ser ubicada en ambos pupitres de conducción del tren.

15.2. Subsistema de Señalización Ferroviaria.

Deberán instalarse en el material móvil una serie de elementos para el mando embarcado de agujas y para el sistema de control de velocidad, FAP (Frenado Automático Puntual).

Además de lo anterior, el material móvil tiene que cumplir requisitos mínimos necesarios para detección de los sistemas tranviarios mediante circuitos de vía. En particular, el adjudicatario del material móvil tendrá que realizar una especificación de interfaz material móvil (circuitos de vía confirmando la adecuación del material móvil con el sistema de detección de los trenes en vía como la resistencia del shunt de un eje de bogie, el espectro de la corriente de tracción en los dos carriles, el balance de corriente de tracción entre los dos carriles de una misma vía, etc.). Esta lista de puntos a entregar por el adjudicatario del material móvil deberá ser exhaustiva de manera que asegure la compatibilidad del material con la infraestructura e instalaciones existentes.

La especificación anterior tendrá que ser aprobada por la Dirección de obra y comprobada por el adjudicatario del lote de Señalización.

Además, el adjudicatario tendrá en cuenta los requisitos de instalación de las antenas de mando de agujas y FAP, particularmente respecto a las vibraciones.

15.2.1. Mando embarcado de agujas.

Este conjunto funcional permitirá al material móvil realizar peticiones de autorización de movimiento en recta o desviada en zona de aparatos de vía. El adjudicatario de señalización ferroviaria suministrará los equipos al adjudicatario de material móvil, así como una especificación de instalación, para que éste los instale sobre el sistema tranviario. Estos equipos se pueden resumir en:

- Bastidor de armario electrónico tipo rack 19" u otro similar. Este rack tendrá que estar ubicado en un lugar fácilmente accesible para su mantenimiento (cambio de tarjeta, lectura de estado desde un portátil, etc.).
- Interfaz Hombre-Máquina dotado de botoneras de mando de agujas en cabinas (los botones se iluminarán cuando la antena transponder se encuentre sobre el lazo de mando).
- Antenas embarcadas en bogies.
- Alimentación de los equipos (24 Vcc y/o 410 Vca).
- Suministro para los equipos de señalización ferroviaria.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 90 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

- Cables especiales tipo coaxial o tetra-axial.

El número de antenas transponder a instalar, en el caso que nos contempla unidades de longitud tal que con una doble composición centrada sobre el andén, las puertas extremas de pasajeros más cercanas a las cabinas de conducción entren en los andenes previstos), será una por cada cabecera del tren.

Las dimensiones aproximadas de los principales equipos, a confirmar por el adjudicatario del subsistema de Señalización Ferroviaria, serían las siguientes:

- Antena embarcada del mando de aguja: 400 mm x 400 mm x 150 mm.
- Terminal operativo (HMI) para el mando de aguja: 200 mm x 100 mm x 60 mm.
- Rack de unidad central para mando de aguja: 490 mm x 140 mm x 300 mm.

15.2.2. Sistema de control de velocidad (FAP).

El adjudicatario del material móvil deberá instalar en los vehículos los equipos para el sistema FAP (Frenado Automático Puntual) consistentes en una unidad central (rack 19” o superior), antena receptora tipo EUROBALIZA y sensores de velocidad en el bogie no motorizado del material móvil, los cables así como pantalla IHM (Interfaz Hombre-Máquina) y una unidad de visualización en las dos cabinas del sistema tranviario. El suministro de este equipamiento no se considera incluido dentro de este contrato.

En particular, el licitador del material móvil:

- Tendrá que reservar un espacio en el interior del sistema tranviario para albergar el rack. Se tendrá en cuenta que el rack tiene que ser accesible para el personal de mantenimiento (posibilidad de conexión de ordenadores de diagnóstico).
- Proporcionará en cada cabina dos espacios para albergar el IHM y la unidad de visualización, el lugar será fácilmente accesible para el conductor en la posición sentada normal de conducción.
- Tendrá que suministrar e instalar los interruptores automáticos para el suministro de energía y protección de los equipos embarcados del sistema FAP. Se dotará, como mínimo, de una protección independiente a cada uno de los equipos de cabina (IHM y unidad de visualización) así como a la unidad central (rack de equipos, antenas y sensores de velocidad).
- Tendrá que realizar el cableado de todos los equipos embarcados y también suministrar los cables.
- Suministrará e instalará los relés (“antivalent contacts”), los “buzzers”, el interruptor de puenteo según los requisitos del adjudicatario del lote de señalización ferroviaria. A la hora de cuantificar el número de relés y cableado necesario se deberá prever que el sistema FAP podrá actuar tanto sobre el freno de servicio como sobre el freno de emergencia.
- Instalará la antena tipo EUROBALIZA y su cable específico entre el rack y la misma según los requisitos de instalación del adjudicatario del lote de señalización ferroviaria.
- Proporcionará todos los conductos de protección de los cables según los requisitos del adjudicatario del lote de señalización ferroviaria.
- Suministrará al rack FAP las informaciones necesarias para el buen funcionamiento del sistema FAP tal como “Cabina Activa”, “Marcha Adelante”, “Marcha Atrás”, “Unidad Simple”, “Unidad Múltiple”, etc. Esta lista de datos se definirá de manera definitiva con el adjudicatario del lote de señalización ferroviaria.
- Suministrará los sensores de velocidad y los instalará según los requisitos de instalación del adjudicatario del lote de señalización ferroviaria.
- Suministrará el cable de comunicación, en caso de que el sistema FAP necesite una conexión de red tipo MVB u otra con la unidad central del material móvil.



- Realizará cualquier adaptación que sea necesaria de las tarjetas de la unidad central del material móvil.
- Seguirá los requisitos del adjudicatario del lote de señalización ferroviaria en lo referente al protocolo de comunicación.

El adjudicatario del material móvil realizará las pruebas del sistema FAP con el material móvil en fábrica (pruebas estáticas y pruebas dinámicas en vía de pruebas) y pruebas in situ.

Las dimensiones aproximadas de los principales equipos, a confirmar por el adjudicatario del subsistema de Señalización Ferroviaria, serían las siguientes:

- Rack de la unidad central del sistema FAP: rack 19", 84TE, 3HE, 240 mm. de profundidad.
- Baliza FAP: 445 mm x 295 mm x 150 mm.
- Terminal operativo (HMI) del sistema FAP: 100 mm x 50 mm x 40 mm.
- Unidad de Visualización: 100 mm x 50 mm x 40 mm.

El adjudicatario del material móvil tendrá que:

- Cumplir los requisitos de la especificación de instalación e interfaz procedente del adjudicatario del lote del subsistema de señalización ferroviaria.
- Pondrá a disposición del adjudicatario del lote de señalización ferroviaria las informaciones relativas a "Cabina en Servicio", "Marcha Adelante", "Marcha Atrás", "Emergency Braking", etc... mediante contactos libres de potencial ("antivalent contact") según los requisitos establecidos en el proyecto de señalización ferroviaria.
- Suministrará el conmutador de aislamiento del sistema FAP, del sistema de mando de agujas, los micro-disyuntores para la protección de los racks, los cables de alimentación de los equipos en 24 Vcc y/o en 410 Vca, según los requisitos del proyecto de señalización ferroviaria.

15.3. Equipos de radiocomunicaciones TETRA.

Este equipamiento consistirá en una antena de comunicaciones embarcada, y una consola en cada pupitre de conducción con "hand-set" para comunicaciones de voz pudiendo incluir un HMI para la recepción de mensajes.

Asimismo incluirá el sistema procesador del sistema radio el cual tendrá, a su vez, las interfaces con los sistemas embarcados que vayan a establecer comunicaciones a través de este medio, como puede ser el PCC, sistema de megafonía, interfonía, teleindicadores, señalización, datos SAE o sistema de autodiagnóstico y alarmas embarcadas del tren.

El adjudicatario de los sistemas de comunicación entregará al adjudicatario del material rodante la antena y su cableado así como las especificaciones de instalación correspondientes. Durante la instalación, el adjudicatario del material móvil tendrá en cuenta las interfaces físicas, dinámicas, eléctricas, de compatibilidad y EMC que este sistema pudiera tener con el resto de sistemas del tren.

15.4. Sistema de Ayuda a la Explotación (SAE).

Para el Sistema SAE se deberán instalar varios elementos en el material móvil. Se listan a continuación:

- Radioantena para lectura de balizas SAE de relocalización. Se procurará que esta antena sea la misma que la antena para la Señalización Viaria.
- Consola SAE en zona primaria de controles del conductor. Dicha consola pondrá a disposición del conductor los mandos SAE tal y como queda definido en el Proyecto Constructivo.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 92 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

- Unidad central SAE en comunicación con alarmas embarcadas, responsable de la comunicación con PCC vía radio y de recopilar el conjunto de alarmas embarcadas del bus de tren (TCN).

El adjudicatario de SAE suministrará los equipos al adjudicatario del material móvil, así como una especificación de instalación, para que éste los instale sobre el sistema tranviario.

15.5. Sistema de Información al Viajero (SIV).

Ver apartado 8.4.2 del presente pliego.

15.6. Billetaje.

El sistema de Billetaje podrá disponer de elementos embarcados que serán suministrados junto con una especificación de montaje al adjudicatario del material móvil por el adjudicatario del sistema de Billetaje para que sean instalados en el sistema tranviario.

En caso de instalarse, dichos elementos serían:

- Unidad central de Billetaje. Funciones de concentración y envío de validaciones al PCC. Estas validaciones serán realizadas vía Wi-Fi en la retirada de las unidades a cocheras.
- Validadoras embarcadas. Se instalará 1 por puerta, pudiendo ser necesario instalar 2 en las puertas dobles. Deberán quedar en las inmediaciones los puntos de acceso de forma que las cancelaciones no impidan el acceso rápido de las personas al interior del tren.
- Unidad IHM de billetaje en cabina.

15.7. CCTV embarcado.

Cada unidad dispondrá de tantas cámaras embarcadas como puertas de acceso, debiendo estar cada cámara cubierta por el haz de otra cámara con objeto de detectar vandalismos, así como cubrir las áreas de acceso incluyendo las canceladoras. Dispondrá asimismo de cámaras que cubran la longitud total del tren, con objeto de detectar cualquier incidente fuera de las zonas de acceso.

Las cámaras codificarán automáticamente la señal en MPEG-4 o similar, siendo almacenadas en el codificador/grabador embarcado para poder ser consultadas. El sistema de grabación será similar al del sistema CCTV fijo, e incluirá en los metadatos la información de vehículo y hora de la imagen recogida.

Este sistema será provisto por el proveedor de material móvil, el cual indicará las especificaciones del mismo: cantidad de cámaras, tecnología, resolución, capacidad de grabación, sistema de compresión, posición, área de grabación, etc.

15.8. Comunicaciones Wi-Fi.

Cada uno de los sistemas tranviarios dispondrá de un emisor-receptor Wi-Fi que permitirá la descarga masiva de datos a través de la red Wi-Fi de Talleres y cocheras y, eventualmente, de las paradas.

Dicha comunicación deberá soportar una capacidad de transferencia de datos de por lo menos 8 MB/s en los dos sentidos de manera fiable y permanente. Dicho equipo será instalado por el adjudicatario del material móvil.

15.9. Sistema de conteo de viajeros.

El material móvil deberá incorporar un sistema de conteo de viajeros que pasará sus datos al sistema SAE, o al de Billetaje, que los integrará junto con sus datos para su descarga al final del recorrido, y tratamiento por parte del PCC. El sistema dispondrá además de una memoria interna que le permita el almacenamiento de los datos con una capacidad mínima de un (1) día de funcionamiento.

El adjudicatario de material móvil deberá acordar con la Dirección de Obra y el adjudicatario del sistema de Billetaje el protocolo de comunicaciones y el formato de datos a utilizar.

15.10. Sistema de Energía.

Los sistemas tranviarios estarán alimentados mediante subestaciones de tracción con rectificadores hexafásicos a una tensión de catenaria de 750 Vcc en carga. El nivel de tensión cumple la norma EN50163 (en particular, la tensión mínima de la red de catenaria será de 500 Vcc).

El adjudicatario del material móvil tendrá que entregar un documento de interfaz que indica las características eléctricas del sistema tranviario, de ajustes de protección del disyuntor de corriente embarcado (I, T, $\Delta I/\Delta T, \dots$), la corriente de carga del filtro de entrada embarcado, el sistema de precarga, y los armónicos de corriente enviados a las subestaciones, las curvas Esfuerzo-Velocidad tanto en tracción como en freno, la curva de limitación de la corriente de freno en función de la velocidad y en función de la tensión de catenaria.

Por último, el adjudicatario del material móvil indicará el tipo de protección contra las sobretensiones en tensión 750 Vcc para la coordinación de los niveles de protección con los pararrayos de las subestaciones.

15.11. Sistema de Catenaria.

En el Tranvía de Alcalá de Guadaíra el sistema de alimentación se realizará mediante dos tipos de catenaria:

- Zona interurbana: Catenaria convencional CR-160 de 1.400 mm. de altura de sistema con dos hilos de contacto de 107 mm² y sustentador de Cu de 153 mm² tipo ADIF, con un feeder de acompañamiento por vía de Cu cubierto de 240 mm².
- Zona urbana: Catenaria tranviaria tipo trolley de un hilo de contacto de 150 mm² con dos feeders de acompañamiento por vía de Cu cubierto de 240 mm².
- Zona de talleres y cocheras: Catenaria convencional CR-160 de 1.400 mm. de altura de sistema con dos hilos de contacto de 107 mm² y sustentador de Cu de 153 mm² tipo ADIF en los ramales de enlace con la línea tranviaria y en el resto de vías secundarias del complejo, hilo de contacto de 107 mm² y sustentador de Cu de 72 mm².

La altura nominal del hilo de contacto en toda la línea será de 5,70 m.

El sistema de catenaria está diseñado para cumplir las pendientes del hilo de contacto en función de la velocidad del tren (UNE EN 50163). El adjudicatario del material móvil tendrá en cuenta estas características para la definición del pantógrafo del material móvil.

El sistema de catenaria estará compuesto por un hilo de contacto y uno o dos cables feeder de acompañamiento, dependiendo si se está en zona interurbana o urbana respectivamente, para minimizar las caídas de tensión en caso normal o en caso degradado.

Tanto en la línea tranviaria como en los talleres y cocheras se colocarán aisladores de sección de tipo asimétrico y de tipo simétrico. En la línea, los aisladores de sección serán de tipo asimétrico con el fin de no interrumpir la corriente del metro al paso de su pantógrafo a nivel del aislador de sección. En talleres y cocheras se podrán encontrar los dos tipos de aisladores de sección. Generalmente, los aisladores de sección simétricos se instalarán en las vías de entrada del taller interrumpiendo brevemente la corriente durante el paso del tren. Por tanto, el adjudicatario del material móvil tendrá en cuenta estos aspectos para la posible afectación a los equipos embarcados en las unidades.

15.12. Sistema de Plataforma.

Los licitadores tendrán que presentar un estudio detallado mostrando la perfecta adecuación rueda/carril. El carril que se utiliza en esta línea es de dos tipos, dependiendo si el tramo es interurbano o urbano:

- Tramo interurbano: Carril UIC54 dureza 90.
- Tramo urbano: Carril Ri60N S700.

El adjudicatario será el responsable del dimensionamiento de la cadena de tracción a partir de los datos particulares de la línea teniendo en cuenta las pendientes, curvas, límites de velocidad, etc...

El adjudicatario del material móvil tendrá que hacer una prueba de gálibo antes de la primera salida del sistema tranviario en cada tramo de prueba para asegurarse de que el vehículo se queda dentro de los límites de definición del GLO. Se tendrá que realizar esta prueba con un dispositivo móvil que tendrá la forma en sección de su material móvil. Para ello, presentará a la Dirección de obra un protocolo de ensayos de GLO para su aprobación.

15.13. Talleres y Cocheras.

El adjudicatario del material móvil tendrá que entregar una especificación de interfaz para la instalación de las herramientas siguientes:

- El torno de foso.
- La máquina de lavado.
- La cabina de pintado.
- Las pasarelas de las vías de taller.
- Los fosos de las vías de taller.
- Sistema arenoso, en caso de contar con él.

15.14. Compatibilidad Electromagnética.

El adjudicatario del material móvil tendrá que demostrar que en ningún caso los campos magnéticos emitidos por los diferentes equipos del sistema tranviario tal como las inductancias, los cables de potencia de tracción en 750 Vcc, los motores de tracción, los convertidores de potencia podrán afectar a los viajeros.

Para ello, el adjudicatario del sistema tranviario tendrá que presentar un estudio detallado a la Dirección de obra para su aprobación. Este estudio se hará cumpliendo las normas CEM en vigor al momento de firma del contrato. Además, el adjudicatario del material móvil tendrá que confirmar que las personas con marcapasos no podrán ser afectadas por los campos electromagnéticos, tanto en el interior como en las cercanías del vehículo.

**15.15. Resumen Interfaces del material móvil.**

En el siguiente apartado se presentan los distintos subsistemas y se indica si tienen interface o no con el material móvil, y los principios para resolver dicho interface.

INTERFASES MATERIAL MÓVIL	
TELECOMUNICACIONES	Emisor / Receptor Wi-Fi en correspondencia con los ubicados en Talleres/Paradas.
SAE, SIV	Antena lectora de etiquetas posicionamiento, más comunicación entre tren y tierra (vía Radio). Asegurar compatibilidad equipos y estudiar posición posibles antenas sobre tren. SAE deberá mostrar alarmas embarcadas y recoger datos del sistema de conteo de viajeros.
SEMAFORIZACIÓN VIARIA	Antena para comunicación con balizas detectoras en vía. Asegurar compatibilidad equipos y estudiar posición antena sobre tren.
SEÑALIZACIÓN FERROVIARIA	Asegurar valores de shunt que aseguren una correcta detección del tren. Comunicación con balizas FAP e instalación completa (Unidad central, IHM, actuadores, antenas y sensores). Asegurar compatibilidad equipos y estudiar posición antena sobre tren.
TELEFONÍA E INTERFONÍA	No hay interface.
MEGAFONÍA EMBARCADA	Interface SAE y Radio, para poder recibir avisos de PCC.
VIDEOVIGILANCIA	Transferencia de datos mediante emisor/receptor Wi-Fi en Talleres o Paradas.
BILLETAJE	Billeteaje embarcado transfiere datos por Radio o Wi-Fi
RADIO	Trenes en permanente comunicación con PCC, transmisión de voz + datos + Alarmas Embarcadas.

16. INSPECCIÓN DE LOS TRABAJOS.**16.1. Generalidades.**

El Adquirente por sus propios medios, o a través de la contratación de una Entidad Inspectoras debidamente autorizada, tendrá derecho a inspeccionar, vigilar y supervisar las acciones técnicas del Proyecto, sea en las instalaciones del adjudicatario o en las instalaciones de los proveedores de dicho adjudicatario. Tal control por parte del Adquirente (o su contrata de inspección si la hubiera) tiene por fin velar por el exacto cumplimiento de los pliegos. Dichas inspecciones y visitas no eximen al adjudicatario de atenerse a su Plan de Seguimiento y Aseguramiento de la calidad.

La Inspección se extenderá desde el seguimiento del cumplimiento de la planificación y sus diversos hitos, hasta fabricación, montaje, pruebas, entregas iniciales y recepciones, salvo que expresamente se indique otra cosa.

16.2. Inspecciones.

Las personas del Adquirente (o su contrata de inspección) tendrán libre acceso a todas aquellas partes de las plantas de producción del adjudicatario que tengan relación con el suministro de los sistemas tranviarios, sus coches o alguna de sus partes asociadas, para poder revisar manufactura y montaje, especialización del personal que desempeña cada función, materiales, etc. durante todo el proceso de trabajos. Se aplicará también esta cláusula a los proveedores/fabricantes de partes que el adjudicatario subcontrate o externalice.

Estas condiciones también aplican al Software desarrollado e instalado por el adjudicatario.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 96 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

El adjudicatario facilitará al personal del Adquirente o de su contrata de inspección planos de conjunto y de detalle, planos constructivos, cálculos de diseño y justificativos, diagramas, criterios usados para el diseño del software, y en general todo tipo de datos que puedan necesitarse para la inspección del proceso de producción del material móvil.

Las inspecciones realizadas por el Adquirente en las instalaciones del adjudicatario y/o sus proveedores/fabricantes no eximen de ninguna manera de la responsabilidad del adjudicatario de cumplir las especificaciones presentadas en este pliego técnico, el contrato y las premisas definidas en proyecto, ni de cumplir en cuanto a calidad y funcionamiento de piezas, equipos y coches según lo exigido.

El Adquirente o su contrata de inspección podrán rechazar todos los materiales y mano de obra que no estén conformes con las especificaciones o las calidades prescritas, o que no hayan superado las pertinentes pruebas u homologaciones.

Las pruebas en fábrica realizadas por el adjudicatario se notificarán con antelación de por lo menos treinta (30) días al Adquirente para que asista si lo desea.

16.3. Defectos de calidades, procesos o prestaciones no conformes.

Si en cualquier momento del proceso productivo el Adquirente, o su contrata de inspección, advierten cualquier posible defecto en cuanto a calidades, procesos, acabados, resultados o prestaciones no conformes con las especificaciones, el adjudicatario proporcionará los medios (recursos y mano de obra) que el Adquirente requiera para poder realizar inspecciones, en la forma en que el Adquirente demande. Cualquier imperfección en construcción, montaje o materiales será inmediatamente corregida. El no cumplimiento de esta corrección podrá ser causa de la paralización del contrato objeto del presente pliego.

Cualquier daño que se produzca a las partes y equipos del sistema tranviario durante el proceso productivo (sea en las instalaciones del adjudicatario, o sus fabricantes/proveedores, o incluso durante el traslado) será por cuenta del adjudicatario.

16.4. Rechazo y aceptación de partes, materiales y equipos.

El personal inspector destinado a las inspecciones dispondrá de documentos estándares donde hacer constar todas sus observaciones, comentarios y si las hay, disconformidades que se produzcan en el proceso de fabricación y pruebas en fábrica.

Todas estas notas serán archivadas y copia de ellas entregadas al Adquirente y al adjudicatario. Todas las disconformidades se resolverán, preferentemente, en el proceso productivo, con el objetivo de asegurar que ninguna unidad salga de la fábrica con una disconformidad abierta. Todas las disconformidades así generadas tendrán que ser resueltas antes de que se pueda iniciar el proceso de Entrega Inicial.

Cada una de estas notas podrá tener dos resultados finales, o bien aceptación o bien rechazo.

Los materiales/equipos que hayan sido inspeccionados por el Adquirente (o su contrata de inspección) y hayan sido encontrados defectuosos de calidades/prestaciones inferiores a lo especificado en pliegos (condición para obtener rechazo), serán marcados como tales para que sean reparados. Para efectuar

esta reparación es necesario solicitarlo por escrito y el Adquirente debe mostrar su conformidad con la reparación y la metodología de esta. Tanto la reparación como el coste del equipo nuevo corren a cargo del adjudicatario.

No se aceptarán retrasos en las fechas de entrega del material móvil por causas de un rechazo de alguna parte o equipo tal y como descrito más arriba.

Se prohíbe la modificación de los documentos y planos a posteriori de haber encontrado una no conformidad, con el único fin de la aceptación de un producto ya fabricado y que por alguna razón no es correcto.

Todos los materiales y/o equipos que se hayan inspeccionado y aceptado (con sus pruebas y/o homologaciones pertinentes superadas) por el Adquirente o por su contrata de inspección se marcarán con una marca especial para que sean fácilmente reconocibles.

16.5. Certificados de los materiales y entrega de los mismos.

El proceso de fabricación de las unidades seguirá un ritmo paulatino que comprenderá la adquisición de materiales, equipos y aparatos por parte del adjudicatario, su montaje para completar los subsistemas principales y auxiliares y la integración de estos subsistemas hasta completar las unidades. Durante todo el proceso se realizarán las pruebas y ensayos necesarios para verificar su adecuación a los requisitos exigidos en este pliego.

En este proceso cobran especial relevancia como hitos clave la finalización de las cajas en blanco de cada unidad (pueden verse sus requerimientos en apartados 6, 7, 8 y 10) y la finalización de los bogies con sus equipos eléctricos y electrónicos integrados (pueden verse sus requerimientos en apartado 11). El planning de proyecto que el adjudicatario debe entregar en el plazo de 1 mes tras la firma del contrato incluirá las fechas previstas para la superación de estos hitos, que deberá ser consistente con los plazos expuestos en el epígrafe 3.3.

Tras la realización de las pruebas o ensayos, el adjudicatario entregará al Adquirente y a la contrata inspectora los correspondientes certificados de todos los materiales, equipos, aparatos, subsistemas y sistemas, ya sean principales o auxiliares, empleados en la fabricación de los sistemas tranviarios.

Las certificaciones incluirán como mínimo:

- Entidades, Adjudicatario, Fabricante y Laboratorio.
- Aparato, tipo y modelo, o designación de la pieza, muestra o número de plano, según el caso.
- Número de fabricación.
- Características técnicas, físicas, químicas, dimensionales, etc.
- Características funcionales, protecciones, etc., y que como mínimo contemplarán las exigidas en pliego.
- En el caso de materiales orgánicos, las certificaciones contemplarán, entre otros datos, su calificación al fuego-humos (M-F).
- Norma a la que ha sido sometido (se indicarán también aquellas pruebas especiales acordadas entre Cliente y Proveedor).
- Como prescripción de carácter general, la normativa a aplicar en cada caso, y salvo acuerdo proveedor- cliente, será la correspondiente a su edición inmediatamente anterior a la fecha de presentación de ofertas.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 98 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

- Resultados de las pruebas (en dos columnas, una de resultados y otra de valores límites admisibles), e informe de resultados, si procede.
- Fecha y lugar de las pruebas.
- Firma del responsable de las pruebas.

Caso de que las certificaciones, se emitan en un idioma distinto al castellano, se acompañará al primero de ellos la traducción del mismo.

Si la certificación estuviera asociada a un hito de pago del contrato, se deberá indicar en la citada certificación el hito al que corresponde y el importe asociado. En estos casos será igualmente necesario la firma por parte del adquirente de un acta de terminación del sistema o subsistema asociado.

La no cumplimentación, como mínimo, de los datos antes citados, supondrá el rechazo de la certificación y se efectuarán las retenciones económicas que procedan, por lo que el adjudicatario hará saber tal circunstancia, a sus Fabricantes y Proveedores.

Con objeto de controlar el desarrollo del proceso de fabricación, el envío de las mencionadas certificaciones al Adquirente y a la contrata de inspección (si la hubiera), se realizará paulatinamente, conforme los materiales utilizados y sistemas superen las pruebas a que son sometidos, si bien formarán parte, inexcusablemente, de las carpetas finales de fabricación.

Será obligación del adjudicatario y de la contrata de inspección (si la hubiera) ir agrupando, desde el principio, las certificaciones de prueba para la formación de las carpetas finales de fabricación.

17. PRUEBAS Y RECEPCIÓN.

17.1. Lista de pruebas.

A los cuatro (4) meses después de la firma del contrato el adjudicatario entregará al Adquirente una lista completa de pruebas y ensayos a realizar en los equipos, materiales y trenes durante las fases de aprovisionamiento, construcción, montaje y recepción, tanto en fábrica como en las instalaciones del cliente.

La lista de pruebas propondrá la realización de pruebas Tipo y pruebas Serie para cada equipo, justificando adecuadamente los motivos que han llevado a considerar cada prueba Serie o Tipo. Todo elemento funcional tal como puertas (mando, seguridad desde puertas, separación entre hojas), comunicaciones, lazo de freno, información a los viajeros, HVAC y en general todo sistema directamente relacionado con la explotación y la calidad del servicio se deberá considerar aprobar como prueba Serie (no se aceptará la prueba de un solo prototipo si no que estos sistemas deben estar probados al 100%). La lista de pruebas tendrá en cuenta las pruebas de funcionamiento en unidad múltiple.

Adicionalmente será responsabilidad del adjudicatario el preparar, documentar y realizar todas las pruebas adicionales que pueda requerir la Administración y llegar a un acuerdo con el Adquirente al respecto de pruebas complementarias que puedan ser necesarias.

17.2. Pruebas durante el acopio de materiales.

Todos los materiales que se usen en las unidades cumplirán las especificaciones dadas en el presente pliego, y ninguno de ellos podrá ser utilizado sin haber sido controlado (probado o examinado). Serán

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 99 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

aceptables certificaciones de calidad conformes a la normativa vigente siempre que no tengan más de dos años de antigüedad.

Esto es de especial importancia para los materiales y equipos suministrados por terceros al adjudicatario, ya que los documentos de dichos materiales y equipos serán reclamados por el Adquirente al adjudicatario, responsable a ojos del cliente del conjunto de los certificados.

El adjudicatario garantizará que ningún sistema tranviario queda con elementos o materiales defectuosos o sin su correspondiente certificado montados en él.

Si esto ocurriera sin la aprobación (por escrito) del Adquirente, se deberá proceder a la inmediata sustitución del equipo o material, a cargo del adjudicatario e independientemente del estado de gestión, compra o implantación.

Sobre todos los materiales almacenados, se efectuarán las pruebas detalladas en la lista de pruebas del adjudicatario y aquellas otras que el Adquirente o la Administración consideren imprescindibles. Estas pruebas extras deberán ser consensuadas con el adjudicatario, y correrán a su exclusivo coste.

17.3. Pruebas en la fase de producción.

La oferta del adjudicatario incluirá, para cada uno de los conjuntos eléctricos y mecánicos que integran el sistema tranviario, la normativa bajo la cual serán construidos y ensayados, y el lugar donde se construirán y donde se realizarán sus pruebas.

Si alguno de estos conjuntos se acoge a normativas especiales del adjudicatario, serán enviadas al Adquirente para su aceptación o rechazo.

El adjudicatario entregará un documento donde se relacionarán los aparatos que constituyan la parte eléctrica indicando la designación del aparato (que coincidirá con la usada para la lista de pruebas), denominación según planos, normativa de pruebas asociada, y el lugar y fecha previsto de la realización de sus pruebas.

Se adjuntarán las pruebas adicionales que hayan sido acordadas (bien por petición del Adquirente o por exigencias de la Administración).

Dicho documento se entregará al Adquirente un mes después de que se hayan acordado las pruebas adicionales, junto con la lista de pruebas revisada con los nuevos ensayos.

En cualquier caso, las pruebas y puesta en marcha de las unidades seguirán lo especificado en la norma UNE-EN 50215 "Aplicaciones ferroviarias. Material Rodante. Ensayos del material rodante al término de su construcción y antes de su puesta en servicio.

17.4. FAT finales.

Cuando en los talleres de los adjudicatarios se realicen las operaciones finales de cajas y bogies, serán probadas según lo detallado en la lista de pruebas y ensayos.

Estas pruebas no se podrán superar correctamente si las cajas con bogies están a falta de algún elemento por instalar. Es requisito necesario para que los tranvías puedan salir de la factoría que dichos



protocolos hayan sido revisados por el Adquirente o su contrata de inspección y que se cumplimenten de manera correcta durante las pruebas de cajas y bogies en fábrica del Adjudicatario.

El Adjudicatario avisará con suficiente tiempo al Adquirente y a la contrata de inspección para que puedan asistir a dichas pruebas si lo desean. El Adjudicatario será responsable de cumplimentar la documentación de pruebas adecuada y archivarla para su posterior entrega. La no asistencia del Adquirente o su contrata de inspección a dichas pruebas no será considerada eximente alguno para las responsabilidades del Adjudicatario.

Una vez las cajas y bogies hayan pasado sus correspondientes pruebas y entregada la certificación oficial al Adquirente y a su contrata de inspección, el adquirente emitirá las correspondientes Actas de Salida que habilitarán el traslado de las unidades desde las instalaciones del Adjudicatario hasta las designadas por el adquirente y su pre-entrega al mismo,

Si por alguna causa especial fuese necesario el montaje in situ de algún elemento de las cajas, el Adjudicatario tendrá que pedir autorización por escrito al Adquirente y sólo podrá hacerse tal montaje final in situ si se cuenta con la autorización expresa del Adquirente. Las cajas afectadas de tal manera no podrán superar sus pruebas SAT hasta que no esté instalado o montado dicho elemento.

17.5. Entrega Inicial.

Se entenderá por entrega inicial la superación de las pruebas funcionales y de seguridad que permitan la circulación comercial del tren, con viajeros.

17.5.1. Protocolos Entrega Inicial.

Como se ha escrito en apartados anteriores, el adjudicatario habrá presentado la lista de pruebas con anterioridad al cliente, y se habrá corregido y consensuado de común acuerdo con el Adquirente y las exigencias de la Administración.

Ya con las correcciones propuestas por el Adquirente, el adjudicatario dos (2) meses antes del inicio del proceso de Entrega Inicial entregará al Adquirente los protocolos de las pruebas a realizar in situ (vías del Tranvía de Alcalá). Dichos protocolos detallarán como mínimo:

- Listado de las pruebas SAT (Site Acceptance Test) a realizar in situ.
- Detalle de todas las pruebas, definiendo si son pruebas Tipo o Serie y porqué. Se acompañará de toda la documentación auxiliar precisa (numeración de aparatos, registros cinemáticos, vibratorios, eléctricos, tablas de valores, etc.).
- Procedimiento operativo y comprobaciones a realizar para cada prueba.
- Valores a obtener y tolerancias aceptables, para cada prueba.
- Medios necesarios para poder realizar la prueba, en las que sean necesarios medios especiales.

En general la lista de pruebas (como ya dicho anteriormente) no debe ser entendida como una lista inalterable, sino que tanto adjudicatario como Adquirente propondrán mejoras y la lista se podrá ampliar (o incluso reducir, si se puede justificar adecuadamente) en base a la experiencia, necesidades, averías en línea de Unidades ya recepcionadas, etc.

17.5.2. Pruebas in situ (SAT).

Cuando las Unidades ya estén in situ, deberán superarse las pruebas en las vías del Tranvía de Alcalá.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 101 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

El adjudicatario procurará evitar las pruebas de una Unidad que no esté en condiciones de poder superar las mismas, puesto que ello ocasionaría perjuicio al Adquirente por ocupación indebida de su personal y de las vías de prueba y línea general.

Si el resultado de los ensayos, a juicio del Adquirente es satisfactorio, se establecerán las oportunas Actas de Entrega Inicial.

Si por el contrario en una o varias Unidades se encontraran fallos que impidieran la realización satisfactoria de las pruebas para la Entrega Inicial, el Adquirente podrá indicar al adjudicatario la suspensión de las mismas hasta que se hubieran corregido dichos fallos, siendo imputable al adjudicatario la penalización a que pudiera dar lugar este retraso. La reiteración de este rechazo podrá ser considerada causa de resolución del contrato.

Como norma general, queda prohibida la realización de la Entrega Inicial cuando la Unidad esté incompleta, ya sea en sus aspectos funcionales o estéticos.

Deberá entenderse que todo tren que ha superado todas las pruebas propias de la Entrega Inicial, está apto para su circulación comercial con viajeros, no dándose fecha de Entrega Inicial hasta que todos los sistemas funcionan correctamente. Asimismo, y pese a que parte de los sistemas embarcados que se instalarán vienen de otros suministradores (ejemplo, el equipo de mando inductivo de agujas a implantar) la Entrega Inicial de la unidad podrá quedar influida si se demostrasen problemas de cableado o de cualquier otra naturaleza imputables al material móvil. (Recordando que el suministrador del material móvil debe dejar todas las reservas y preinstalaciones necesarias para los sistemas embarcados a instalar e instalar el material él mismo).

Si excepcionalmente algún circuito, equipo o sistema no funcionase correctamente, en el proceso de Entrega Inicial, el adjudicatario lo resolverá con la mayor brevedad. En ningún caso los trabajos pendientes afectarán a la seguridad en la circulación. Si ello ocurriera, no sería posible acometer la Entrega Inicial.

17.5.3. Efectos de la Entrega Inicial.

Las personas que van a encargarse de cumplimentar los protocolos de Entrega Inicial serán designadas por el adjudicatario y el Adquirente de común acuerdo.

Una vez que se haya probado (con las pruebas Tipo y Serie establecidas en la lista) el sistema tranviario estará listo para pasar a servicio comercial, una vez se cumplimenten los protocolos de pruebas de entrega Inicial.

La fecha que constará en dichos informes como fecha de entrega Inicial corresponderá a la del día en que se hayan cumplido todas las condiciones dichas en el apartado anterior.

Una vez la entrega Inicial ha sido pasada, el material móvil ya se considera apto para realizar servicio comercial sin limitación alguna, estando en perfecto estado de funcionamiento (apto para circular en la calle cuando disponga de los permisos pertinentes)0,.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 102 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

17.5.4. Documentos para la Administración.

El adjudicatario tendrá la obligación de entregar, para cada uno de los sistemas tranviarios a suministrar, las actas de Entrega Inicial y todos aquellos otros documentos significativos o de interés sobre las características del material móvil, e indicativos de haber superado con éxito las pruebas a que ha sido sometido.

Estos documentos se recopilarán en un dossier aparte que el adjudicatario hará llegar a la Administración. El dossier incorporará como mínimo los siguientes documentos:

- Diagrama del material móvil motivo del Proyecto.
- Actas de Entrega Inicial de las unidades, adjuntando la relación de trabajos pendientes, caso de haberlos.
- Protocolos de Funcionalidad General y correspondientes a todos y cada uno de los equipos o circuitos del tren (puertas, lazo, freno, marcha, comunicaciones, audio, video, alumbrado, etc.).
- Protocolo de pruebas del equipo eléctrico en factoría y en vías del Adquirente.
- Relación de pruebas tipo y serie, a que ha sido sometida la unidad, tanto en fábrica como en sitio.
- Pruebas dinámicas con tabla de valores, relación de pruebas y registros asociados, correspondientes a marcha, freno electrónico, neumático y emergencia.
- Relación de Especificaciones y Pruebas, a que ha sido cometido el equipo eléctrico.
- Protocolo de pruebas del equipo de protección de incendios. Clasificación M-F de los elementos utilizados.
- Certificaciones específicas contempladas en los pliegos, correspondientes a peso del tren, salida de factoría, montaje- prueba de puertas y aire acondicionado.
- Numeración de equipos.

Todos los documentos serán firmados, sellados y fechados, por el adjudicatario y el Adquirente (o el personal autorizado por este).

También se indicarán los trabajos pendientes, en caso de haberlos, para cada una de las unidades, añadiendo las fechas en las que está prevista la realización de dichos trabajos pendientes.

17.6. Recepción definitiva.

Una vez el plazo de garantía normal y sus ampliaciones (si las hubiere) hayan concluido, se someterá cada unidad a las pruebas de recepción definitiva. Dichas pruebas estarán citadas y detalladas en la lista de pruebas entregada previamente y se añadirán todas aquellas, que en base a la experiencia en explotación, consideren necesarias de común acuerdo el Adquirente y el adjudicatario. Cabe decir que dichas pruebas tendrán en cuenta el control de los valores FDMS detallados en el apartado 9, y que el incumplimiento de los valores FDMS especificados puede bloquear la recepción definitiva.

Cuando se hayan superado las correspondientes pruebas y verificado que se cumplen las condiciones técnicas y contractuales, se procederá., unidad por unidad, a la firma del acta de la Recepción Definitiva.

En caso que no se pasen las pruebas de Recepción Definitiva o no se alcancen los valores técnicos o de FDMS especificados en este pliego, se procederá a la extensión de la garantía por periodos trimestrales.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 103 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	



17.7. Recepción de piezas de parque y recambios.

Las piezas de recambio y las piezas de parque serán probadas e inspeccionadas con los mismos procedimientos, planos y Documentación que sus homónimos destinados para los sistemas tranviarios.

Las certificaciones de estas piezas llevarán el mismo trámite que las de las Unidades.

Caso de no estar contemplados estos aparatos dentro de las actividades de inspección del Adquirente, los certificados de pruebas vendrán incorporados con la entrega del propio aparato.

La Entrega Inicial se realizará una vez recibidos en las instalaciones del Adquirente, comprobándose adicionalmente la Documentación que acompaña a las piezas. Dicha tarea podrá ser desempeñada por el personal de inspección del Adquirente o bien por una Entidad Inspectoras que éste designe.

18. FORMACIÓN DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO POR EL ADJUDICATARIO.

18.1. Generalidades.

El suministro del material móvil incluye la prestación de servicios de formación al personal de Mantenimiento y explotación. Esta formación tiene por objetivo suministrar, en un tiempo determinado, los medios necesarios a nivel de preparación del personal para que pueda explotarse y mantenerse el material móvil en perfectas condiciones de seguridad y funcionamiento.

Para esto, el adjudicatario pondrá a disposición del Adquirente los instructores, el material de formación, los documentos y todos los accesorios que puedan ser necesarios para la formación del personal que designe el Adquirente.

18.2. Tipos de formaciones.

Se realizarán dos formaciones bien diferenciadas, para dos tipos de personal distinto que deberá tener conocimientos diferentes. Se definen en los siguientes apartados.

18.2.1. Personal de explotación (conductores).

Este personal se encargará de la conducción de los vehículos y de la explotación de la línea de sistema tranviario comunicada con PCC. El personal que formará el adjudicatario estará compuesto de un grupo de alrededor de 6 personas que deberá ser capaz de formar a su vez al resto del conjunto de personal de explotación.

Como mínimo, el contenido de la formación que recibirán dichos conductores incluirá:

- La formación en la conducción, en condiciones normales y degradadas, para todos los supuestos previstos en la explotación y en este pliego.
- Formación en el uso de los sistemas embarcados que tengan interfaces con los sistemas de explotación (FAP, mando de agujas, interfonía y megafonía del sistema tranviario, etc.).
- La formación mínima necesaria para conocer y usar el equipo de autodiagnóstico y registro de averías.
- Conocimientos adecuados que permitan interpretar correctamente la pantalla del estado técnico del sistema tranviario.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 104 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

18.2.2. Personal de mantenimiento.

Este personal será el encargado del mantenimiento preventivo, paliativo y correctivo de los vehículos. Todo el personal de Mantenimiento debe recibir formación directa del adjudicatario.

Como mínimo, el contenido de la formación que recibirán dichos mantenedores incluirá:

- El conocimiento de los materiales/equipos y del software embarcado.
- Las operaciones de mantenimiento preventivo, paliativo y correctivo.
- Las herramientas de autodiagnóstico y registro de averías, formación completa.
- Formación sobre las maneras de reconocer las averías y de cómo usar las herramientas especiales.
- La gestión y el seguimiento de averías, y la manera de seguir los objetivos FDMS.
- La gestión y modificación de los parámetros de toda parte de software modificable, y la manera de gestionar y validar dichas modificaciones.

18.3. Planning de formaciones.

El adjudicatario entregará para validación del Adquirente, seis (6) meses antes de la pre-entrega contractual de la primera unidad, un planning de formaciones donde se identificarán todos los programas de formaciones específicas (en adelante, programas) para que el Operador disponga, a tiempo para la marcha en blanco, de personal formado y cualificado para poder conducir y mantener el material móvil a pleno rendimiento y con toda seguridad.

En este planning se indicará:

- a) El encaje general de los programas en tiempo.
- b) El objetivo específico y la duración de cada programa.
- c) El número de participantes deseados.
- d) La formación/calificación de base que deben tener los participantes para poder seguir la instrucción, para cada programa.
- e) La calificación y cargo de cada uno de los instructores encargados de la formación.

Este plan, será revisado por el Adquirente y de común acuerdo con el adjudicatario se harán las modificaciones que se crean pertinentes, sea al nivel de la formación propiamente dicha o modificaciones de calendario.

Tres meses antes de la pre-entrega de la primera unidad, se empezará la formación (salvo que adjudicatario y Adquirente pacten cualquier otro intervalo, teniendo en cuenta que el personal debe haber adquirido un nivel suficiente de formación y cualificación para el inicio de la marcha en blanco, que durante el comienzo de esta deberá ser complementado con la experiencia de operación.

La formación de los agentes de Mantenimiento debe permitir que el Operador (Adquirente para el caso del presente pliego) empiece a realizar por sus propios medios, en la medida de lo posible, las tareas de mantenimiento ordinario o corriente desde la recepción de los vehículos. La formación garantizará una toma de cargo progresiva, por los agentes de Mantenimiento formados, de la totalidad del mantenimiento preventivo y correctivo necesario para la flota, a medida que vayan concluyendo los periodos de garantía de las unidades.

El plan de formación deberá garantizar una formación adaptada al estado definitivo del material móvil integrando las diferentes evoluciones y puestas a punto efectuadas durante las pruebas en línea y la puesta en servicio.

18.4. Programas de formación.

Para cada programa, el adjudicatario suministrará un plan de instrucción que incluya al menos:

- a) Un resumen de los contenidos de dicha formación específica.
- b) El sitio exacto, la duración y el número de sesiones propuestas, acompañadas de indicaciones complementarias si son necesarias por realizarse la formación en las instalaciones del adjudicatario o uno de sus Fabricantes/Proveedores.
- c) Una descripción de los documentos de formación que se entregarán.
- d) Una definición de las especialidades que serán tratadas por el programa.
- e) Una descripción de los conocimientos que tendrá el alumno una vez haya seguido este programa de formación específica.
- f) Los equipos e instalaciones que estarán a disposición de los alumnos.
- g) Una descripción general de los medios educativos que se van a utilizar para impartir estos conocimientos, tales como Cursos Teóricos, Trabajos Prácticos y/o Demostraciones.

Cada programa de formación tendrá un documento de control para formadores y otros responsables de la implantación de la formación, que les permitirá seguir el avance del curso, y asegurar que todos los alumnos reciben una formación estandarizada.

Para la elaboración de los programas para formar a los conductores, se tendrá en cuenta el hecho de que los conocimientos de explotación-conducción deberán ser transmitidos por el primer y único grupo de conductores formados por el adjudicatario al resto de personal de conducción.

Durante el desarrollo y al fin de cada programa, el adjudicatario procederá a evaluar los conocimientos adquiridos por cada alumno e informará al Adquirente y a la Dirección de obra o a su representante.

18.5. Material didáctico.

Para poder presentar de manera correcta y comprensible los contenidos de los programas a los trabajadores de la Propiedad, el adjudicatario pondrá a disposición de los alumnos todo el material pedagógico necesario para el buen desarrollo de las sesiones, en particular:

- a) Los manuales de formación, por ejemplo manuales de mantenimiento que se usan en las operaciones sobre el sistema tranviario real.
- b) Soportes audiovisuales.
- c) Los elementos y equipos, así como las herramientas necesarias, para los trabajos prácticos.
- d) Los bancos de pruebas.
- e) Los equipos informáticos (micro-ordenadores, programas).

Para las formaciones que se realicen en las instalaciones del Operador, éste pondrá a disposición una sala adecuada para que la usen el adjudicatario y los alumnos y facilitará el acceso a los sistemas tranviarios cuando sea necesario ello para realizar la formación.

18.6. Idioma.

Todas las sesiones de formación, cursos, documentos, audiovisuales, etc. serán en Castellano.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 106 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

19. PLANOS Y DOCUMENTACIÓN TÉCNICA A ENTREGAR.

En este apartado se define la documentación técnica y planos que deberá entregar el adjudicatario durante todo el proceso, cubriendo las fases de oferta, fabricación, suministro y pruebas finales. El cumplimiento de estas entregas se considera contractual, y en la oferta se contestará punto por punto a los requisitos documentales indicando si se van a cumplir, y de qué manera.

19.1. Datos y estudios exigidos en el pliego.

Una vez resuelta la licitación, adjudicado el contrato de suministro a un fabricante, y antes de la redacción del Proyecto Definitivo de material móvil, el adjudicatario deberá facilitar al Adquirente todos los datos y resultados de cálculo sobre los distintos aspectos propuestos en las especificaciones técnicas del presente pliego (autonomía, gráficos de aceleraciones, gráficos de freno, etc.). En concreto, el adjudicatario deberá facilitar al Adquirente los diseños y planos de fabricación generales que, una vez aprobados, servirán de lanzamiento al proceso de fabricación.

El Adquirente podrá pedir cuantas aclaraciones y ampliaciones de estas justificaciones que considere necesarias.

19.2. Planos y documentos que formarán parte del proyecto definitivo de material móvil.

19.2.1. Documentación para las entregas iniciales

Junto con cada elemento, equipo o producto (o Unidad) que vaya a pasar el proceso de Entrega Inicial se entregará toda la documentación requerida (según norma UNE-EN 13460).

19.2.2. Documentos y planos del Proyecto Definitivo.

Una vez definidas por el adjudicatario las soluciones a las partes mecánicas, eléctricas, electrónicas, etc., el adjudicatario realizará el Proyecto de material móvil, enviándolo al Adquirente para su análisis y aprobación, teniendo en cuenta que para la Entrega Inicial de la unidad que complete el 50% de la flota a suministrar debe entregarse el Proyecto Definitivo con el estado de partida del sistema tranviario, teniendo en cuenta las modificaciones que se hayan llevado a cabo durante la fase de proyecto y recepción.

Los planos de los que constará el Proyecto Definitivo serán por lo menos aquellos entregados en la oferta, afectados por todas las modificaciones que se hayan establecido durante la realización del proyecto.

A los planos citados se añadirán los planos que haya preparado el adjudicatario a propósito de Interiorismo y Decoración, Cerrajería y aire acondicionado y todos los documentos que se citan más adelante en el apartado de documentación.

El adjudicatario detallará adecuadamente el coste que comportan las condiciones y suministro de los Planos y Documentación que se indican, tanto en su faceta física de envío, estructuración según indicaciones del Adquirente, como el Software, para que aquél las entregue en los lenguajes, soportes y sistemas implantados en el Adquirente.

Estos costes estarán integrados en el coste del Proyecto y serán explícitos y desglosados en la oferta.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 107 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

El incumplimiento de las condiciones expuestas en este Capítulo, podrá bloquear los pagos pendientes por parte del Adquirente, sin derecho a resarcimiento alguno para el adjudicatario hasta que se entregue toda la documentación prescrita.

Adicionalmente, el adjudicatario estará obligado a entregar al Adquirente toda la información y documentación que requiera la Administración.

19.2.3. Planos. Condiciones de suministro.

Todos los planos que se entreguen estarán realizados y presentados en 3 dimensiones, y tendrán una inequívoca identificación de piezas y cuya calidad, claridad y de talla expositivo será suficiente para que se puedan apreciar todos los detalles necesarios.

Serán rechazados los esquemas, dibujos, y planos en general cuyas calidades no sean óptimas y no se admitirán planos cuyos trazos aparezcan escalonados o difuminados. La totalidad de los planos estarán traducidos íntegramente al castellano.

Es importante que el adjudicatario exija estas condiciones a sus Suministradores/Fabricantes para que la documentación proveniente de dichos terceros cumpla las condiciones citadas.

Se enviarán todos los planos y documentaciones al Adquirente para su aprobación. Dicho envío se iniciará con la lista de planos, que deberá contener la totalidad de los planos que forman el proyecto. La lista de planos organizará los planos según la siguiente guía:

- a) Planos de conjunto.
- b) Planos de despiece:
- c) Caja exterior.
- d) Caja interior.
- e) Bogie completo.
- f) Enganches extremos.
- g) Sistema de absorción de energía.
- h) Motor de tracción.
- i) Pantógrafo.
- j) Cofres.

Y en general todos los planos que sean necesarios. El envío de los planos comenzará desde el mismo momento en que se inicien las actividades de la fase de acopios y fabricación. Los planos podrán ser mandados al Adquirente en lotes parciales, comenzando por los de conjunto y terminando por los de detalle. El envío de todos estos planos se entiende adicional al que se hubiese podido hacer en la oferta.

Todos los planos que se envíen (tanto referentes a cálculos y estudios como a construcción y montaje) estarán actualizados. No serán válidos planos intermedios o previos. Toda modificación que desee hacerse sobre los planos debe ser propuesta y aprobada por escrito, cualquier modificación que se haga sin pasar por este procedimiento será descartada.

Todos los planos se entregarán en soporte papel e informático.

Todos los planos que no cumplan las dichas condiciones serán rechazados automáticamente y no se darán por recibidos.

Si algún plano anulara o completara otro anterior, deberá figurar claramente, con el fin de evitar confusiones posteriores.

En cada Plano, deberá aparecer el Plano o los Planos de conjunto al que pertenece, caso de ser más de uno. En el caso en que se trate de planos sometidos a patente, como de equipos o sistemas de tecnología avanzada que dispongan en exclusiva las respectivas casas matrices, el Adquirente no deberá divulgar ni poner a disposición de terceros, el know-how del adjudicatario.

Es por ello, que el Adquirente se pondrá a disposición del adjudicatario para establecer de común acuerdo las fórmulas precisas que permitan a el Adquirente disponer íntegramente de los planos y al adjudicatario salvaguardar sus legítimos intereses en este campo.

Todas las prescripciones, en cuanto a la entrega de Planos, son válidas, ya se trate de piezas o elementos del adjudicatario (se entenderá por adjudicatario, las casas matrices de éstos, independientemente de su ubicación geográfica y pese a que los contratos se realicen con la delegación en España de las mismas) o sometidas a patente. Esta condición, tal como se ha indicado a lo largo del pliego, deberá de tenerse en cuenta en los contratos o Pedidos que el adjudicatario realice a sus Proveedores/Fabricantes.

19.2.4. Detalles solicitados en planos.

En este apartado, siguiendo una agrupación por tipología de los elementos a representar en planos, se definen los detalles que se solicitan.

19.2.4.1 Parte Mecánica.

En los Planos debe figurar la calidad y clase de material empleado en cada pieza o parte de ella, todas las cotas y dimensiones y las tolerancias de las mismas, así como los pesos parciales y totales de aquellos elementos cuya naturaleza lo requiera.

Los Planos se referirán tanto a la fabricación como al montaje de todas las piezas del sistema tranviario, bien sean del adjudicatario o de cualquier Proveedor o tercero que intervenga en la fabricación.

Referido al os elementos constituyentes de los Coches, los Planos a entregar serán a nivel de pieza constructiva con todas sus cotas y especificaciones.

19.2.4.2. Equipos eléctricos y electrónicos.

Respecto los equipos eléctricos, electrónicos, de comunicaciones e informáticos, los planos a entregar deberán comprender por lo menos las siguientes informaciones:

- a) Descripción general incluyendo diagrama de bloques y datos técnicos básicos del equipo. Se proporcionarán claramente los nombres y códigos de todos los equipos a fin que la identificación de equipos y señales sea clara y unívoca.
- b) Esquemas de potencia, control y mando.
- c) Descripción funcional detallada del equipo.
- d) Descripción general incluyendo diagrama de bloques y funcional detallada de cada tarjeta, módulo o subconjunto integrante del equipo.
- e) Planos de interconexión con los circuitos de la unidad, e interacciones con la misma.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 109 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	



- f) Cuando corresponda, como interacciones con la unidad, se entregará un diagrama que especifique el estado de las salidas del equipo en función de lo recibido en sus entradas.
- g) Planos eléctricos de cableados (racks, armarios, etc.), especificando el punto de origen y de destino de cada conexión.
- h) Lista de componentes del equipo, con referencias de tarjetas, con la denominación utilizada en los circuitos eléctricos del mismo, y la referencia comercial de cada subconjunto así como su fabricante.
- i) Planos de interconexión entre las distintas tarjetas y entre éstas y los módulos, subconjuntos y elementos discretos que compongan los equipos, así como de los conectores de entrada y salida del equipo con los elementos a los que se conectan en su interior.
- j) Planos constructivos y de serigrafía de las tarjetas, de disposición de componentes y de circuitos impresos o pistas eléctricas (aunque sean multicapa), incluidos los posibles circuitos especiales que éstas tengan.
- k) Lista de componentes de cada tarjeta integrante del equipo, con la denominación utilizada en los circuitos eléctricos de la misma, y la referencia comercial de cada componente, así como su fabricante.

Nota: Los planos además de en papel se entregarán en fichero informático.

En el caso de que el equipo incluya componentes no comerciales se entregarán todas las características y planos necesarios para su fabricación por los talleres del Adquirente por un proveedor que él designará.

En el caso de incluir módulos o subconjuntos comerciales o no fabricados por el fabricante principal, (fuentes de alimentación, display, teclados, tarjetas de video etc.) este estará obligado a recopilar toda la información técnica y realizar su entrega al Adquirente, con las mismas cláusulas aplicables en las especificaciones de equipos electrónicos anteriormente reseñadas.

19.2.4.3. Equipos neumáticos.

En lo relativo al equipo neumático se entregarán al menos los Planos siguientes:

Esquemas, listas de piezas del conjunto del equipo, Planos exteriores y Planos seccionados con sus listas de piezas, Planos de todas y cada una de las piezas constituyentes de la valvulería, compresores, torres de secado, elementos neumáticos (limpiadores de bandaje, cilindros de freno), etc., o equipos electrónicos asociados. Se incluirán las regulaciones de los aparatos que la necesiten.

19.3. Propiedad de los planos.

Todos los Planos se considerarán propiedad del Adquirente, que podrá utilizarlos en la forma que estime conveniente, siempre y cuando sea únicamente en su provecho y no para terceros, es decir, podrá pedir materiales con ellos a cualquier proveedor que estime oportuno, fabricarse y reparar las piezas en sus propios Talleres o en otros ajenos, pero no podrá utilizar estos planos ningún proveedor para otros clientes que no sea el propio Adquirente, esto se hará constar en los pedidos que realice el Adquirente a sus proveedores. En el sentido anterior, el Adquirente estudiará cualquier Garantía que proponga el adjudicatario.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 110 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

En caso de que se produjeran fallos en las piezas de repuesto fabricadas por proveedores distintos a un adjudicatario, éste no tendrá ninguna responsabilidad, siempre y cuando el Plano enviado no sea la causa del fallo.

19.4. Efectos de la aprobación de los planos.

La aprobación de Planos por parte del Adquirente no exime en modo alguno de la responsabilidad al adjudicatario, sino que únicamente se considera una orientación y colaboración, sin efectos sobre el contrato.

19.5. Documentación. Condiciones de suministro y documentos a entregar.

Toda la documentación que se entregue será en castellano, y en soporte papel e informático. La Documentación será enviada al Adquirente para su aprobación.

El envío se iniciará con la lista de documentos que definirá todo el conjunto de documentación que se entregará. Se incluirán por lo menos:

- Todos los documentos relativos a las entregas iniciales y pruebas.
- Las especificaciones de cada uno de los equipos, subconjuntos o elementos de la Unidad donde se indique al menos: características, funcionalidad, prescripciones de mantenimiento, plazos y proceso, (durante los periodos establecidos), normas de prueba y ajuste, lista de piezas constituyentes, límites de desgaste, instrumentación precisa, renovaciones sistemáticas, calificación del personal y tiempo para la realización de los trabajos.
- Los manuales de usuario, que deberán ser de sencilla comprensión y uso, y en CASTELLANO, para la manipulación de los equipos eléctricos, electrónicos e informáticos, y que permitan visualizar registros (caja negra, programación de aire acondicionado, sistema de autodiagnóstico y registro de averías, etc.).
- Las aplicaciones de mantenimiento, visualización y registro del tren.

Adicionalmente a lo anterior, el adjudicatario deberá enviar cuanta información sea conveniente para que se asegure una buena comprensión y manipulación de las unidades. Por otra parte, el Adquirente deberá solicitar cuanta información necesite y estime necesaria para el cumplimiento de sus tareas.

Los envíos podrán comenzar desde el mismo momento de la firma del contrato, pero ineludiblemente se iniciarán desde el comienzo de la fase de acopio y fabricación.

Podrán ser remitidos al Adquirente en lotes parciales para no demorar su estudio, comenzando por los generales y terminando por los específicos.

La documentación a entregar incluirá:

- Especificaciones técnicas de los equipos así como un estudio LCC (Life Cycle cost) referente al coste del ciclo de vida del material móvil.
- Protocolos de pruebas e informes cumplimentados.
- Manuales de conducción y mantenimiento.
- Las aplicaciones de mantenimiento, visualización y registro del tren.

19.5.1. Especificaciones técnicas de los equipos y LCC.

El adjudicatario deberá entregar las especificaciones de cada uno de los equipos subconjuntos o elementos de la Unidad donde se indique al menos: características, funcionalidad, prescripciones de

mantenimiento, plazos y proceso, (durante los periodos establecidos), normas de prueba y ajuste, lista de piezas constituyentes, límites de desgaste, instrumentación precisa, renovaciones sistemáticas, calificación del personal y tiempo para la realización de los trabajos.

El estudio LCC se basará en costes conocidos y contrastados de otras producciones de trenes similares.

19.5.2. Protocolos de pruebas e informes cumplimentados.

Ver epígrafe 17 “Pruebas y Recepción”, en el que se definen los protocolos e informes de pruebas a entregar.

19.5.3. Manuales de conducción y mantenimiento.

El adjudicatario facilitará al Adquirente los manuales de conducción, funcionamiento y conservación de las Unidades así como las instrucciones o sistemática a seguir en las reparaciones de carácter general y las específicas de cada equipo.

Se entregará un manual por cada dos (2) Unidades. Los citados manuales serán entregados antes de la Entrega Inicial de la Unidad que corresponda al 50% del pedido.

En estos manuales se expondrán de forma clara y concisa todas las operaciones necesarias para la conservación y conducción, estando el nivel de las mismas al alcance las personas que deban realizar estos trabajos.

Estos manuales recogerán, entre otros, dos aspectos fundamentales:

- Los trabajos y métodos operativos a seguir en los ciclos de conservación contemplados en las Especificaciones técnicas. Bien en estos manuales o en los específicos de los equipos se indicarán los procesos concretos de trabajo necesarios para su reparación y revisión en los ciclos de revisión general o intermedia, contemplados en los periodos de mantenimiento, vistas en 3D, identificación de piezas, etc., también operaciones a realizar en caso de reparación de algún elemento o equipo, así como las pruebas finales para dejarlo en estado operativo indicando, en aquellas operaciones que impliquen riesgo de accidentes de gravedad alta, dichos riesgos y las medidas preventivas a aplicar.
- Las pruebas a que deben de someterse los equipos y Unidades tras los ciclos de conservación, al objeto de garantizar la Seguridad y Fiabilidad a la explotación subsiguiente. Todo ello se realizará en concordancia con las prescripciones específicas emitidas por los Fabricantes de los equipos concretos.

En los manuales de los equipos electrónicos se incluirá un apartado de mantenimiento, en el que se detallarán los siguientes puntos: Protocolo de pruebas del equipo y de cada tarjeta electrónica, módulo o bloque en los que se descomponga. Dichos protocolos incluirán los ajustes de tiempos, de niveles de tensión o intensidad, de frecuencia, etc., con sus tolerancias, que haya que realizar sobre los bloques/tarjetas individuales y sobre el equipo completo.

Se incluirán también las formas de onda características a medir en los puntos mencionados en el protocolo de comprobación.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 112 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

19.5.4. Aplicaciones de mantenimiento, visualización y registros de parámetros del tren.

Todas las aplicaciones necesarias para el mantenimiento deben entregarse en formatos que puedan correr bajo Windows o sean compatibles. Antes de la primera salida a línea en vías del Adquirente, los equipos del Adquirente ya deben disponer de estas aplicaciones y poseer la documentación a ellas asociada. Si la implementación de estas aplicaciones supone un coste adicional de cualquier tipo para el Adquirente, dicho coste debe estar explicitado en la oferta del material móvil.

19.5.5. Propiedad de los documentos.

Todos los documentos serán propiedad del Adquirente, que podrá utilizarlos en la forma que estime conveniente, siempre y cuando sea únicamente en su provecho y no para terceros. Esto incluye todo el know-how específico del adjudicatario, y en el sentido anterior, el Adquirente estudiará cualquier Garantía que proponga el adjudicatario.

19.5.6. Efectos de la aprobación de los documentos.

La aprobación de documentación por parte del Adquirente no exime en modo alguno de la responsabilidad al adjudicatario, si no que únicamente se considera una orientación y colaboración, sin efectos sobre el contrato.

20. RECAMBIOS Y CONSUMIBLES A SUMINISTRAR JUNTO CON EL MATERIAL MÓVIL.

20.1. Lista de repuestos.

Los licitadores presentarán en la oferta una lista de repuestos teniendo en cuenta las siguientes definiciones:

1. REPUESTOS FUNGIBLES, se entenderán por repuestos fungibles aquellos elementos que se desgastan con el uso y no pueden ser reparados, sino que deben ser sustituidos. Bajo este epígrafe se englobarán productos tales como, lubricantes, escobillas, frotadores, contactos de contactores, lámparas, zapatas y elementos de naturaleza semejante.
2. REPUESTOS REPARABLES, son aquellos repuestos que admiten ante una avería ser reparados manteniendo todas sus características y ser nuevamente utilizados en el sistema tranviario.

La lista de repuestos definirá los materiales, piezas, conjuntos, subconjuntos, dispositivos, equipos y sistemas de repuesto (inclusive sus cantidades) que sean necesarios y estará referenciada y valorada en todas sus partidas. Se elaborará según las siguientes guías:

1. Para el conjunto de los repuestos fungibles, un suministro para atender el funcionamiento normal del conjunto de los sistemas tranviarios durante 2 años.
2. Para los repuestos reparables:
 - Los necesarios para una explotación en condiciones normales durante cinco (5) años.
 - Listado valorado con los repuestos reparables para un periodo de quince (15) años.
3. Para las piezas de parque, las necesarias para una explotación en condiciones normales durante cinco (5) años. Al menos deberán incluirse las siguientes:

Ítem	Cantidad
Pasillo intercomunicación cajas	1
Testero	1
Luna frontal	1
Luna lateral cabina	1

Ítem	Cantidad
Asientos para unidad completa (½ unidad)	1
Asiento conductor	1
Enganche automático	1
Conjunto puerta simple completa (izquierda)	1
Conjunto puerta simple completa (derecha)	1
Conjunto puerta doble completa	1
Conjunto puerta interior cabina completa	1
HVAC sala	1
HVAC cabina	1
Pupitre de conducción sin equipar	1
Disyuntor	1
Baterías	1
Convertidor auxiliar y cargador de baterías	1
Pantógrafo y manivela	1
Resistencias de freno	1
Motores de tracción (para equipar un bogie motor completo)	1
Juego de ruedas completo (1 bogie)	1

Igualmente se incluirá una guía con los útiles, herramientas y equipos especiales necesarios o aconsejables.

La lista de repuestos se elaborará por el licitador en base a los siguientes aspectos:

1. Número de trenes.
2. Fiabilidad de cada una de las partes.
3. Desgastes tolerables.
4. Condiciones de explotación, teniendo en cuenta la criticidad de los equipos en los que vayan montados los repuestos y su tiempo de reparación, para evitar la paralización de unidades por falta de los mismos.
5. Ciclos de conservación, fabricación o suministro (al objeto de no romper los stocks).
6. Fabricar los repuestos simultáneamente a la construcción de las Unidades.
7. Disponer en stock sólo y exclusivamente de los materiales de repuesto estrictamente indispensables.
8. Prever la aparición de actos vandálicos que afectarán a materiales básicamente de interiorismo (asientos y sus tapas, asideros, lunas de diversos tipos).

Todas las guías presentadas tendrán carácter contractual.

Dentro de la oferta económica se consideran incluidos los siguientes conceptos:

1. Repuestos-para una explotación en condiciones normales durante cinco (5) años, según la guía presentada.
2. Piezas de parque para una explotación en condiciones normales durante cinco (5) años, según la guía presentada.

El licitador entregará una justificación del número de repuestos a suministrar con la oferta, explicando y definiendo los criterios usados para su dimensionamiento.

Una vez la lista de repuestos esté en poder del Adquirente y el proyecto adjudicado a uno de los contratistas, el Adquirente dispondrá de un tiempo para analizarla y plantear dudas, pedir aclaraciones y en general plantear las observaciones que crea pertinentes. Ocho (8) meses antes de la entrega inicial de la primera unidad, se acordará a través de reunión entre Adquirente y adjudicatario la lista de repuestos definitiva y el adjudicatario podrá empezar su producción.

La no entrega del listado de repuestos (valorado y codificado en su totalidad) y su justificación puede ser causa de rechazo de la oferta.

En todo lo posible, las piezas ofertadas como repuesto deberán ser de piezas indivisibles (no por grupos, lotes o pares).

20.2. Planos y detalles de los repuestos.

Para todos los repuestos (incluidos los que no son de su fabricación) el adjudicatario tiene la obligación de entregar copia de los planos originales (reproducibles) en papel y en digital, así como los manuales y documentación acreditativa adjunta al Adquirente. El Adquirente quedará abierto a que se llegue a un acuerdo para que no se divulgue el know-how del adjudicatario o de sus fabricantes/proveedores a terceras personas sin su consentimiento.

20.3. Suministro de repuestos en el futuro.

Como norma general, el adjudicatario está obligado a garantizar por 30 años la existencia de repuestos destinados a las unidades del Tranvía de Alcalá.

Es de aplicación al conjunto de los materiales, piezas y equipos definidos en la lista de repuestos que si el adjudicatario toma la decisión de dejar de fabricarlos (por obsolescencia, o cualquier otra razón), deberá comunicarlo por escrito a el Adquirente enviando toda la información necesaria para que éste pueda encontrar otro Proveedor. Esta comunicación deberá realizarse como mínimo con un año de antelación al agotamiento del suministro, con el fin de disponer de tiempo suficiente para buscar otro proveedor.

Sin embargo, y en caso de que no fuera posible hallar un Proveedor adecuado, el adjudicatario estará obligado a fabricarlos por sí mismo o por otro suministrador, pero siempre con su Garantía, mientras los sistemas tranviarios estén en servicio comercial, con un límite de tiempo de 30 años.

Adicionalmente, se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

1. Si de un repuesto conformado por varios componentes uno de los mismos se ha dejado de fabricar, o queda fuera de mercado por obsoleto, el adjudicatario o sus proveedores estarán obligados a informar al Adquirente con 1 año de anticipación al agotamiento del suministro y localizar un sustituto del componente (o del repuesto) o fabricarlo él mismo.
2. Los precios de los repuestos o componentes sustitutivos del original cuyo cambio haya sido provocado por no estar garantizado su suministro durante los plazos reseñados, no podrán ser superior al 125% (un 25% extra como máximo) del precio del repuesto o componente original actualizado al año del cambio de su ministro (precios afectados por el aumento del IPC producción industrial, etc.).
3. Si por falta de repuesto original fuese necesario realizar alguna modificación en otro repuesto, parte de la unidad o del sistema ferroviario (equipos fijos de vía etc.) ya sea hardware o software, los costes íntegros de la misma serán a cargo del adjudicatario, incluyendo los

derivados de la coexistencia de 2 repuestos distintos para una misma función (Interfaces, adaptadores, duplicidad de stock etc.).

4. Sobre el repuesto nuevo se entregará la documentación según el epígrafe 19 y, si es necesario, formación según el epígrafe 18.

20.4. Precio de los repuestos.

Los precios que habrá presentado el licitador en su oferta se referirán a los repuestos ya transportados a los almacenes del Adquirente o donde éste indique, con todos los cargos incluidos excepto el IVA (precios a falta de IVA).

Para el cálculo de los precios de los repuestos, se tendrá en cuenta que la fabricación de éstos se hará al mismo tiempo que las Unidades.

20.5. Período de garantía y repuestos.

Durante todo el tiempo en que el material móvil no haya salido de garantía, el adjudicatario tiene la obligación de aportar directamente los repuestos correspondientes a aquellas piezas o equipos que se averíen, para hacer frente al mantenimiento correctivo durante el período de Garantía. El adjudicatario realizará sus provisiones para asegurarse que no quedarán reparaciones/sustituciones de equipos bloqueadas por falta de stocks.

Al final del periodo de garantía, para que se pueda realizar la Recepción Definitiva, deberá comprobarse que el parque existente de repuestos coincide con la lista entregada previamente en la oferta. (Es decir, el adjudicatario repondrá todos los repuestos que haya usado del parque de repuestos del Adquirente).

20.6. Modificaciones e impacto en repuestos.

Si por cualquier motivo alguna de las piezas o conjuntos del tren debe sufrir modificaciones, dichas modificaciones deben extenderse automáticamente (sin coste alguno para el Adquirente) a los repuestos de dicho equipo/pieza/conjunto que se hayan ya suministrado. Dicha obligación se extenderá hasta el fin de la Garantía para el conjunto de la flota.

20.7. Recepción de repuestos.

Todos los repuestos solicitados, serán entregados en los Almacenes del Adquirente o de cualquier operador logístico o similar que éste designe, adecuadamente identificados, etiquetados, y con las hojas de entrega y albaranes correspondientes.

Todo material entregado de repuesto, lo será bajo la fórmula de “calidad concertada en origen” de tal forma que en las instalaciones del Adquirente (como norma general) no será preciso realizar procesos de recepción. No obstante, el Adquirente podrá pedir que se realice la misma si lo considera oportuno o necesario.

En general para todos los repuestos definitivamente solicitados, el adjudicatario se compromete a enviar los planos de los mismos según los plazos establecidos en el apartado de documentación (epígrafe 19 del presente pliego).

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 116 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

Estos planos habrán de servir al departamento de recepción del Adquirente para disponer de una documentación básica para identificar los productos y no realizar una aceptación a ciegas. Tal documentación corresponderá de manera inequívoca a la pieza o equipo solicitado.

20.8. Plazo de entrega de los repuestos y garantía de los mismos.

Los repuestos que queden definidos en la lista definitiva de repuestos deberán ser entregados con las siguientes condiciones:

1. Los repuestos fungibles deberán ser entregados al Adquirente un mes antes de la Entrega Inicial de la primera unidad. Los repuestos fungibles serán entregados con sus correspondientes certificados de pruebas o equivalentes que garanticen su idoneidad para las funciones que deben desempeñar.
2. Los repuestos reparables se recibirán en las instalaciones del Adquirente con la pre-entrega en instalación designada por el adquirente de la última unidad. Se recuerda que los repuestos reparables deberán ser fabricados a la vez que los sistemas tranviarios. Dichos repuestos reparables vendrán acompañados de sus respectivas certificaciones y pruebas.

En relación con la Garantía de los propios repuestos, se tendrá en cuenta lo siguiente:

1. Para los de naturaleza fungible: Seis (6) meses, desde la fecha de Recepción y aceptación, en los almacenes del Adquirente, o en los del operador logístico que ésta pudiera designar.
2. Para los de naturaleza reparable: Dos (2) años, de manera general desde la fecha de Recepción y aceptación, en los almacenes del Adquirente o en los del operador logístico que éste pudiera designar, estarán sometidos a las garantías específicas allí indicadas.

En relación con la forma de pago y como norma general, los repuestos serán abonados íntegramente a su entrega en los almacenes del Adquirente o en los del operador logístico que ésta pudiera designar, mediante el procedimiento que se estipule por el Adquiriente en el correspondiente pedido (habitualmente un control de la documentación acreditativa de dichos equipos).

Si alguno de los repuestos a suministrar requiriese de condiciones específicas de almacenamiento, conservación o agrupamiento, deberá indicarse expresamente antes del suministro (en la lista valorada), al objeto de que el Adquirente pueda preparar, si procede, sus instalaciones.

21. GARANTÍA.

21.1. Plazo de garantía general.

Durante un plazo de dos años (veinticuatro meses), el adjudicatario deberá responsabilizarse del mantenimiento integral (rescates en vía, reparaciones y todos los mantenimientos correctivos, preventivos, predictivos, condicionados) a realizar sobre las unidades en conjunto y todos sus subsistemas y equipos. Deberá suministrar toda la mano de obra y todo el material asociado a tales reparaciones. Dicha responsabilidad se extiende también a los equipos que le hayan sido suministrados por sus diversos Fabricantes/Proveedores, de forma totalmente única.

21.2. Origen de garantía.

Como origen de garantía para las unidades se considerará el siguiente hito:

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 117 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

Una unidad (y todos sus equipos en ella instalados) empezará a contabilizar su período de garantía cuando se haya completado un mes de circulación en servicio comercial sin ninguna incidencia considerada nivel 4 o 5 según los criterios de fiabilidad.

No obstante y como se define más adelante, ciertos equipos y aparatos de entidad tendrán periodos de garantía específicos más extendidos. Dichos equipos con garantías extendidas cuentan el inicio de su período de garantía de la misma manera que las unidades.

21.3. Obligaciones del adjudicatario durante el plazo de garantía.

El adjudicatario tendrá que proporcionar un responsable único (o equipo de responsables) que pueda atender las necesidades del Adquirente a nivel de material móvil en base a un servicio 24 horas 7 días a la semana. Dicho responsable debe poseer unos buenos conocimientos sobre el sistema tranviario a circular por las vías del Adquirente, y habrá participado y vivido activamente el proceso productivo del sistema tranviario.

A este responsable y su equipo (lo más limitado posible, siendo su número el imprescindible para que haya alguien con quien contactar 24/7) será a quien se dirija el personal del Adquirente para todos los temas relacionados con la situación de los sistemas tranviarios (estado útil o inútil; entrega de tarjetas de averías y su correcta cumplimentación; reparación de averías; posibilidad de acceder a los sistemas tranviarios para la implantación de reformas o modificaciones, etc.).

En cuanto a la disponibilidad de personal adecuadamente formado, el adjudicatario tendrá suficiente personal en vías del adquirente para poder realizar toda reparación o sustitución de equipo, ya sea en línea o talleres, con la mayor premura posible, y teniendo en cuenta que es responsabilidad del adjudicatario mantener la disponibilidad de la flota en los niveles especificados durante todo el período de garantía.

El personal del adjudicatario dispondrá de una oficina en las inmediaciones de las instalaciones del Tranvía de Alcalá, y será posible el entablar conversaciones con el Adquirente para que los equipos del adjudicatario puedan instalarse en Talleres y Cocheras del Adquirente. Si eso no resultase posible, adecuado o conveniente para el Adquirente, el adjudicatario tendrá que procurarse unas instalaciones para poder alojar a su personal. Salvo autorización expresa del Adquirente, no se permitirá el almacenamiento de piezas de repuesto de pertenencia del adjudicatario en las instalaciones del Adquirente.

Aunque el personal del adjudicatario tendrá su punto de reunión y oficina en dichas instalaciones, cierta parte del personal deberá estar preparado para salir a la línea por la que circulen los sistemas tranviarios objeto de este pliego y desplazarse a aquellos lugares donde las unidades se encuentren detenidas, para ser reparadas allí mismo, en todo lo posible, o colaborar con el personal de Mantenimiento para tratar de sacar la unidad de la línea cuando se hayan producido paralizaciones prolongadas de la misma.

Asimismo, la cantidad, distribución por turnos y formación del personal de Garantía debe ser tal que en cualquier turno (especialmente los de tarde-noche) se pueda garantizar, salvo casos especiales o extraordinarios, que se puedan dejar las unidades listas para prestar servicio comercial a la mañana siguiente.

Las personas designadas en cada turno, serán comunicadas con nombres y apellidos al Adquirente así como los posibles cauces de comunicación con ellas por lo menos tres meses antes de la Entrega Inicial de la primera unidad.

Durante el indicado plazo de garantía normal y sus ampliaciones, el adjudicatario estará obligado a sustituir, reparar o arreglar, a satisfacción del Adquirente, cuantos materiales, piezas y dispositivos de las mismas no funcionen debidamente, siempre que el defecto no sea imputable al mal uso o mala conservación del Adquirente, realizando, en su caso, todas estas operaciones a sus expensas, incluyéndose también el coste del transporte del material hasta el taller del adjudicatario y de la mano de obra requerida para el transporte de las partes defectuosas y la sustitución de las mismas.

Los repuestos y materiales utilizados para sustituir o reparar los defectos de construcción, o piezas defectuosas, serán por cuenta del adjudicatario.

El adjudicatario está obligado a tener disponibilidad de los repuestos necesarios para dichos fines, sin que ningún pretexto pueda utilizar piezas de otros trenes ya recepcionados, o repuestos ya recepcionados propiedad del Adquirente, excepto si es por autorización escrita del responsable del Adquirente.

Como excepción a esto, las piezas sometidas a un desgaste normal por el uso (siempre y cuando este no sea anormal por deberse a errores de Proyecto, construcción, montaje o mala calidad de materiales) serán entregadas por el Adquirente. Sus reparaciones y sustituciones se efectuarán tan rápidamente como sea necesario para el Adquirente.

Los repuestos del adjudicatario deberán ser almacenados en una ubicación en que su utilización pueda realizarse de forma rápida, pudiendo el adjudicatario llegar a un acuerdo (como se ha indicado antes) con el Adquirente para almacenar los repuestos en las instalaciones del Adquirente, y si tal acuerdo no es posible, buscando él mismo un lugar adecuado.

Durante el plazo de garantía normal y sus ampliaciones, las incidencias que puedan ser causadas por vandalismo, mal uso o mala conservación por parte del Adquirente, deberán ser reparadas por el adjudicatario, si el Adquirente así lo solicitase, tan rápida y eficazmente como si de una avería normal se tratase, pasando el adjudicatario a el Adquirente los costes ocasionados por este tipo de incidencias.

Durante todo el plazo de garantía (y sus ampliaciones) todas las incidencias sobre el material móvil y todas las averías detectadas por personal del adjudicatario deberán ser introducidas en el sistema informático del Adquirente como si el personal del adjudicatario fuese parte del personal del Adquirente.

Si en el periodo de garantía normal, cualquier Unidad sufriese un accidente, una vez reparado este y sus equipos, continuará la garantía normalmente por el adjudicatario.

21.4. Ampliaciones del período de garantía.

E período de garantía de cada unidad y de la flota en conjunto queda condicionado a que a la salida de garantía se cumplan las prestaciones de Disponibilidad y Fiabilidad especificadas en sus correspondientes apartados. En caso que no se cumplan, se extenderá la garantía por periodos trimestrales. Asimismo, cada unidad deberá cumplir todo el resto de especificaciones del pliego para que pueda ser efectuada su salida de garantía.

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 119 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	

21.5. Garantías específicas.

Para toda una serie de equipos, se reclama una garantía más extendida que los dos años de garantía base.

21.5.1. Listado de equipos con garantías específicas

ELEMENTO	Garantía (en años)
Electrónica de control, regulación, vigilancia y freno	3
Electrónica de potencia y ventiladores	3
Reactancias, condensadores y resistencias de freno	3
Motores de tracción y sus elementos anejos	5
Contactores de A.T.	3
Transductores de medida (eléctricos y neumáticos)	3
Convertidor estático y onduladores auxiliares	5
Equipos de comunicaciones (megafonía, telefonía, otros)	3
Equipos de información e informática embarcada	3
Motor del compresor (caso de existir)	3
Compresor (caso de existir)	5
Unidad de freno parte electrónica y neumática	3
Caja, estructura	10
Puertas laterales de viajeros y cabina, parte mecánica y electrónica	5
Bastidor de bogie	5
Reductor y acoplamiento de ejes	5
Ejes montados	5
Suspensiones	5
Ejes y Ruedas	5
Amortiguadores	3
Pasillos de intercircularción	3
Elementos acumuladores del sistema de tracción autónoma (en caso de existir)	Vida útil especificada por el adjudicatario en su oferta.

21.5.2. Condiciones de aplicación.

Estas garantías específicas abarcarán los siguientes conceptos:

- Para la parte mecánica:
 - Elementos que deban renovarse (sustituirse).
 - Sustitución de suspensiones.
 - Sustitución de amortiguadores.
 - Sustitución de reductores-acoplamientos y/o sus piezas.
 - Sustitución de enganches.
 - Sustitución de ejes montados y/o sus piezas.
 - Sustitución de puertas y/o sus piezas.
- Reparación de elementos estructurales de caja y bogie.
 - Reparación de fisuras, deformaciones, roces o golpes.
 - Reparación de problemáticas específicas en órganos de rodadura.

En todos los casos, la renovación y reparación de los componentes serán realizadas por el adjudicatario, si es posible, en las instalaciones del Adquirente.

- Para la parte eléctrica y neumática. Transcurrida la garantía normal y sus ampliaciones, y en el plazo entre aquella y los plazos expuestos. Se operará del siguiente modo:
 - El exceso de averías sobre la Fiabilidad mensual exigida según el epígrafe 9 de los diversos aparatos indicados en el epígrafe 21.5.1 serán reparadas por el adjudicatario.
 - En el caso de que por pura operatividad, las reparaciones o renovaciones que sea preciso realizar, fuesen efectuadas por el Adquirente, se pasarán al adjudicatario los costes de las citadas reparaciones, sin perjuicio de que éste aporte el nuevo aparato, contra entrega del desmontado.

Para todos los elementos y equipos con garantías específicas, la condición para su salida de garantía será que su vida útil se haya demostrado ser por lo menos un 80% de la vida prevista como media, que* se habrá indicado en la oferta. A partir de ese momento el adjudicatario no se verá obligado a sustituir dichos elementos a su costa.

La garantía de los repuestos se ha definido en el apartado 20.8 del presente documento.

21.6. Defectos o anomalías no detectados en las Recepciones.

Si dentro de los plazos máximos el Adquirente observase por cualquier causa (al reparar averías, reparar accidentes, etc.), montajes, elementos, piezas, etc. no autorizados o deficientemente ejecutados y que por su naturaleza y situación quedarán ocultos, el Adquirente exigirá su sustitución o corrección. El adjudicatario se compromete a su inmediata resolución.

Si su resolución fuese de gran envergadura y no afectase a la seguridad, se podrá proponer un resarcimiento al Adquirente que, caso de aceptarse, se llevaría a efecto en el semestre siguiente al que fue detectado.

En el caso de que afecte a la seguridad, se establecerá la estrategia a seguir, soluciones, plazos, etc., así como su implantación por parte del adjudicatario.

En todos los casos anteriores, el adjudicatario se compromete a asumir los daños y perjuicios que, de cualquier índole, surjan o se deriven de los defectos o anomalías detectadas.

Las certificaciones serán emitidas por el Director del Proyecto.

En Sevilla, a fecha de la firma digital.

La Jefa de Servicio de Infraestructuras del Transporte

Fdo: Inés María Arroyo Rojas

INES MARIA ARROYO ROJAS		08/04/2022 11:50:44	PÁGINA: 121 / 121
VERIFICACIÓN	NJyGw5ERDS031uV4ra40VmaW3AKToU	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	