

**ANEXO 16 AL PLIEGO DE CONDICIONES  
PARTICULARES: CONDICIONES DE  
GARANTÍA, FIABILIDAD, DISPONIBILIDAD Y  
MANTENIBILIDAD**

<b>1</b>	<b>CONDICIONES DE FIABILIDAD, DISPONIBILIDAD Y MANTENIBILIDAD</b>	<b>4</b>
<b>1.1</b>	<b>FIABILIDAD</b>	<b>4</b>
1.1.1	<i>Fiabilidad de servicio</i>	4
1.1.1.1	Concepto de FALLO	4
1.1.2	<i>Fiabilidad intrínseca</i>	5
1.1.2.1	Concepto de AVERÍA	5
1.1.2.2	Concepto de SIN AVERÍA	5
1.1.3	<i>Codificación de averías</i>	5
1.1.3.1	Codificación de averías (Subsistemas)	6
1.1.4	<i>Índices de fiabilidad</i>	9
1.1.5	<i>Valores de fiabilidad a alcanzar</i>	9
1.1.6	<i>Evaluación del cumplimiento de la fiabilidad</i>	11
1.1.7	<i>Consecuencias del incumplimiento de la fiabilidad</i>	12
1.1.8	<i>Criterio de cálculo de la fiabilidad para subsistemas</i>	12
1.1.9	<i>Datos de fiabilidad a presentar en la oferta</i>	13
1.1.10	<i>Gestión de averías</i>	13
1.1.10.1	Registro de las averías en línea	13
1.1.10.2	Constatación de las averías en talleres/mantenimiento	14
1.1.10.3	Informes de averías	14
1.1.10.4	Reparación de averías	14
1.1.10.5	Seguimiento de los aparatos desmontados por avería	14
1.1.11	<i>Averías irregulares</i>	15
1.1.11.1	Averías que reducen la vida de los aparatos	15
1.1.11.2	Averías que influyen en la seguridad	15
1.1.12	<i>Averías sistemáticas</i>	16
1.1.13	<i>Exigencias del servicio en averías</i>	17
<b>1.2</b>	<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>17</b>
1.2.1	<i>Definición</i>	17
1.2.2	<i>Valores de disponibilidad exigidos</i>	17
1.2.3	<i>Evaluación del cumplimiento de la disponibilidad</i>	18
1.2.4	<i>Efectos de incumplimiento de disponibilidad</i>	18
<b>1.3</b>	<b>MANTENIBILIDAD</b>	<b>18</b>
1.3.1	<i>Criterios generales del mantenimiento</i>	19
1.3.2	<i>Accesibilidad</i>	20
1.3.3	<i>Unificación entre piezas del mismo vehículo</i>	20

1.3.4	<i>Piezas de parque y de repuesto</i>	20
1.3.5	<i>Herramientas y útiles especiales</i>	22
1.3.6	<i>Requerimientos de mantenibilidad</i>	23
<b>1.4</b>	<b>COSTE DEL CICLO DE VIDA</b>	<b>26</b>
1.4.1.1	Base de cálculo	27
1.4.1.2	Costes de mantenimiento preventivo	27
1.4.1.3	Costes de mantenimiento correctivo	28
1.4.1.4	Costes totales de mantenimiento	28
1.4.2	<i>Evaluación del cumplimiento del LCC</i>	28
1.4.3	<i>Consecuencias del incumplimiento del LCC</i>	28
<b>1.5</b>	<b>GESTIÓN DE LA OBSOLESCENCIA</b>	<b>29</b>
<b>2</b>	<b>CONDICIONES DE GARANTÍA</b>	<b>31</b>
<b>2.1</b>	<b>PLAZO DE GARANTÍA NORMAL</b>	<b>31</b>
<b>2.2</b>	<b>RECEPCIÓN PROVISIONAL</b>	<b>31</b>
<b>2.3</b>	<b>OBLIGACIONES DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA NORMAL</b>	<b>32</b>
<b>2.4</b>	<b>ORGANIZACIÓN DE LA GARANTÍA</b>	<b>33</b>
<b>2.5</b>	<b>AMPLIACIONES Y VARIACIONES DEL PLAZO DE GARANTÍA NORMAL</b>	<b>34</b>
2.5.1	<i>Disponibilidad</i>	34
2.5.2	<i>Fiabilidad</i>	34
<b>2.6</b>	<b>GARANTÍAS ESPECÍFICAS</b>	<b>34</b>
2.6.1	<i>Introducción</i>	34
2.6.2	<i>Garantías específicas de equipos</i>	35
2.6.3	<i>Garantía específica de las piezas de parque</i>	35
2.6.4	<i>Garantía de productos fungibles</i>	36
<b>2.7</b>	<b>RECEPCIÓN DEFINITIVA</b>	<b>36</b>

## 1 CONDICIONES DE FIABILIDAD, DISPONIBILIDAD Y MANTENIBILIDAD

Al inicio del proyecto el Adjudicatario creará un Plan de Fiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad. Este Plan será conforme a la norma EN 50126 y su guía de aplicación para Material Rodante (CLC/TR 50126-3). Este Plan incluirá:

- Las asignaciones de fiabilidad, de disponibilidad y de mantenibilidad para los subconjuntos dados y siguiendo una descomposición funcional del material móvil.
- El listado de los estudios de fiabilidad y de disponibilidad cuyo resultado permita justificar el cumplimiento de los valores acordados.

El contenido de este Plan deberá ser aprobado por el FMB.

Antes del servicio comercial del primer vehículo, el Adjudicatario creará un informe FDM del material móvil, que incluirá al menos los aspectos indicados en la EN 50126-1 y CLC/TR-50126-3, y lo someterá a la aprobación de FMB.

Este informe tendrá como objetivo principal recapitular las acciones que demuestren que se han alcanzado los niveles requeridos.

Las condiciones de fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad se controlarán independientemente por línea.

### 1.1 FIABILIDAD

#### 1.1.1 Fiabilidad de servicio

FMB entenderá por fiabilidad de servicio la posibilidad de explotación comercial de un tren o lote de trenes, durante un recorrido o tiempo determinado, sin que se produzca ninguna disfunción en la operación.

Los efectos del incumplimiento de la fiabilidad (ampliación de la garantía y penalización), continuarán hasta que aquélla se alcance, según los criterios que posteriormente se exponen. El Adjudicatario queda obligado a implantar cuantas modificaciones y sustituciones sean precisas, con objeto de alcanzar la fiabilidad de los diversos conceptos expuestos.

##### 1.1.1.1 Concepto de FALLO

Se entiende como “FALLO” cualquier anomalía que impida el funcionamiento normal del tren o de cualquier equipo, y que obligue a una reparación de cualquier tipo, siempre que fuerce el desalojo de viajeros, o el retiro del tren, (en cualquier momento de la jornada, y cualquiera que sea el número de vueltas efectuadas desde la anomalía, tanto al final de la línea como a medio recorrido) o provoque una paralización del servicio igual o superior a UN (1) minuto, aunque se repare en ruta.

Por tanto se considerará como FALLO también las averías de un equipo o sistema redundado tales como pantógrafo, disyuntor, convertidor de tracción, convertidor auxiliar, una batería, una puerta de acceso a viajeros, equipo de aire acondicionado de sala, equipo de aire acondicionado de cabina, freno eléctrico o neumático de un coche, bloqueo del freno de un eje, fallo en un IHM, fallo en alguna funcionalidad de la retrovisión, fallo del sistema de información al viajero,...

Se computará también como FALLO a efectos de fiabilidad, toda anomalía o avería detectada en cocheras o apartaderos, (al efectuar pruebas o comprobaciones previas a la salida de trenes al servicio) que implique una reparación, o sustitución de elemento o equipo averiado, y que impida que el tren inicie servicio a la hora que estaba previsto, independientemente de la hora de la jornada en que se produzca.

Si una avería en un mismo equipo o sistema provoca más de un FALLO por ser mal detectado y/o reparada, contabilizará como FALLO tantas veces como afecte al servicio.

### 1.1.2 Fiabilidad intrínseca

#### 1.1.2.1 Concepto de AVERÍA

Se entenderá por "Avería" cualquier tipo de disfunción que se produzca en los trenes, y que se detecte en línea, taller o revisiones preventivas. Se excluyen de esta categoría los FALLOS.

#### 1.1.2.2 Concepto de SIN AVERÍA

Se entenderán por "Sin Avería" - y por tanto no se imputarán como FALLOS ni averías a efectos del cómputo de fiabilidad - aquellos que:

- 1.- Se deban a accidentes no imputables al tren.
- 2.- Se deban al uso indebido.
- 3.- Se deban a un mantenimiento defectuoso.
- 4.- Se deban a una mala operación.
- 5.- Se deban a la exigencia de prestaciones fuera de límites, siempre que dicha exigencia no sea debida a otro equipo del propio tren.
- 6.- Se produzcan como consecuencia de la instalación de equipos o elementos impuestos por FMB, después de la firma del contrato.

### 1.1.3 Codificación de averías

Para la codificación de Averías, se seguirá el criterio de distribución de subsistemas y aparatos funcionales, comúnmente utilizado en FMB.

A continuación se expone su distribución, si bien los denominados subsistemas funcionales habrán de adaptarse a la realidad de los equipos a incorporar.

Esta codificación se utilizará para el cálculo de la fiabilidad.

#### 1.1.3.1 Codificación de averías (Subsistemas)

**Subsistema A:** Toma de corriente y línea principal.

- Pantógrafo.
- Cofre Disyuntor.
- Pararrayos.
- Reactancia de filtro.
- Tomas de tierra.
- Retorno de corriente.
- Aparatos eléctricos AT de tren.
- Resistencias de frenado.
- Seccionador principal.

**Subsistema B:** Producción y distribución eléctrica.

- Convertidor estático.
- Inversor auxiliar.
- Batería.
- Paneles de térmicos.
- Aparatos eléctricos BT de tren.
- Relés.
- Contactores.

**Subsistema C:** Elementos de gobierno y control.

- Mandos pupitre.
- Registrador de incidencias.
- Aparatos de medida.
- Faros y pilotos exteriores.

**Subsistema D:** Equipo neumático.

- Grupo moto-compresor.
- Unidad de secado.
- Compresor auxiliar.
- Paneles neumáticos.

- Elementos producción aire comprimido.
- Suspensión neumática.
- Señales acústicas.
- Neumática pantógrafo.

**Subsistema E:** Puertas.

- Puertas acceso pasajero.
- Puertas cabina-pasaje.
- Puertas acceso lateral cabina.
- Puertas evacuación.

**Subsistema F:** Frenos.

- Control de Freno.
- Timonería de freno.
- Cilindro de freno.
- Equipo de antideslizamiento.

**Subsistema G:** Tracción.

- Cofre tracción.
- Motor de tracción.

**Subsistema H:** Bogies.

- Eje montado.
- Cajas de grasa.
- Bastidor de bogie.
- Corona de unión.
- Suspensión primaria.
- Suspensión secundaria.
- Transmisión.

**Subsistema I:** Enganches y conexiones.

- Enganche automático.
- Enganche semi-permanente.
- Mangueras.

**Subsistema J:** Caja.

- Estructura.

- Ventanas.
- Revestimientos interiores cabina.
- Revestimientos interiores pasaje.
- Iluminación interior.
- Pasillo.

**Subsistema K:** Informática embarcada.

- Electrónica de control central.
- Módulos entrada/salida.
- Pantalla.
- Repetidores.
- Red de comunicación.

**Subsistema L:** Equipos de aire acondicionado.

- Control.
- Compresor.
- Módulo evaporador.
- Módulo condensador.
- Equipo aire acondicionado de cabina (si lo hubiere).

**Subsistema M:** Equipos de información a viajeros y vigilancia.

- Sistema información viajeros.
- Sistema de Video vigilancia.
- Equipo de radiotelefonía.
- Sistema de Video información.
- Sistema detección-extinción de incendios.
- Wireless LAN (si lo hubiere).
- Equipo detección de descarrilo (si lo hubiere).

**Subsistema O:** Equipo Tren-Stop.

- Tarjeta de control CPU TS.
- Baliza receptora.
- Cableado.
- Tarjeta entradas A/D.

**Subsistema U:** ATP-ATO-ATC.

- Equipo embarcado.

- Antenas.
- Cableado-conexionado.

### 1.1.4 Índices de fiabilidad

Los índices de fiabilidad a calcular a partir de la Recepción Provisional del primer tren serán los siguientes:

- La “Fiabilidad de servicio” se medirá trimestralmente mediante la siguiente fórmula:

$$MCKBF_{SERVICIO} = \frac{FALLOS_{Trimestre}}{KMS\ COCHE_{Trimestre}}$$

Dónde:

- **FALLOS<sub>Trimestre</sub>**: nº de fallos en el periodo analizado de un trimestre.
- **KMS COCHE<sub>Trimestre</sub>**: suma de los kilómetros realizados de los coches de las unidades a considerar durante un trimestre.

- La “Fiabilidad intrínseca” se medirá trimestralmente con la siguiente fórmula:

$$MCKBF_{INTRINSECA} = \frac{FALLOS_{Trimestre} + AVERIAS_{Trimestre}}{KMS\ COCHE_{Trimestre}}$$

Dónde:

- FALLOS: nº de fallos en el periodo analizado.
- AVERÍAS: nº de averías en el periodo analizado.
- KMS COCHE: suma de los kilómetros realizados de los coches de las unidades a considerar.

### 1.1.5 Valores de fiabilidad a alcanzar

Los MCKBF's (Kilómetros-coche medio entre fallos o averías) mínimos por subsistema y globales del tren, se recogen en las siguientes tablas (los MCKBF's se han establecido para una velocidad comercial de 30 km/h, y un kilometraje anual medio por tren de 120.000 kms).

- Fiabilidad de servicio por subsistemas.

SUBSISTEMA	VALORES MÍNIMOS	
	MCKBF (km-coche)	Fallos por 1.000.000 km-coche
Toma de corriente y línea principal (A)	100.000.000	0,01

Producción y distribución eléctrica (B)	1.400.000	0,71
Elementos de gobierno y control (C)	4.500.000	0,22
Equipo neumático (D)	2.000.000	0,50
Puertas (E)	1.000.000	1,00
Frenos (F)	7.000.000	0,14
Tracción (G)	6.000.000	0,17
Bogies (H)	100.000.000	0,01
Enganches y conexiones (I)	100.000.000	0,01
Caja (J)	16.000.000	0,06
Informática Embarcada (K)	5.500.000	0,18
Equipos de aire acondicionado (L)	4.500.000	0,22
Equipos de información a viajeros y vigilancia (M)	3.500.000	0,29
ATP/ATO (U) (cableado y conexionado)	20.000.000	0,05
Equipo Tren-Stop (O)	16.000.000	0,06
<b>VALOR GLOBAL PARA TREN</b>	<b>275.000</b>	<b>3,63</b>

- Fiabilidad intrínseca por subsistemas.

SUBSISTEMA	VALORES MÍNIMOS	
	MCKBF (km-coche)	Fallos por 1.000.000 km-coche
Toma de corriente y línea principal A	2.000.000	0,5
Producción y distribución eléctrica B	300.000	3,33
Elementos de gobierno y control C	300.000	3,33
Equipo neumático D	300.000	3,33
Puertas E	200.000	5
Frenos F	750.000	1,33

Tracción	G	1.400.000	0,71
Bogies	H	9.000.000	0,11
Enganches y conexiones	I	100.000.000	0,01
Caja	J	400.000	2,5
Informática Embarcada	K	250.000	4
Equipos de aire acondicionado	L	300.000	3,33
Equipos de información a viajeros y vigilancia	M	90.000	11,11
ATP/ATO (U) (cableado y conexionado)		6.250.000	0,16
Equipo Tren-Stop O		6.250.000	0,16
<b>VALOR GLOBAL PARA TREN</b>		<b>25.700</b>	<b>38,91</b>

Se valorará que en la oferta se propongan valores de fiabilidad superiores a los requeridos (en servicio e intrínseca) tanto a nivel de tren como de subsistema. Dicha propuesta deberá de ir acompañada de un estudio justificativo.

### 1.1.6 Evaluación del cumplimiento de la fiabilidad

El período de garantía empezará a contar según lo especificado en el apartado “2.2 RECEPCIÓN PROVISIONAL”.

En el caso de que en un determinado momento se encuentren simultáneamente en servicio 3 o más trenes por lote, que transcurridos 90 días desde su entrada en servicio comercial no cumplan las condiciones para hacer efectiva su recepción provisional, FMB se reserva la potestad de paralizar la aceptación de salida de fabricación y entrega de nuevos trenes. Cuando el número de trenes en servicio y sin recepcionar sean inferiores a 3, se levantará la paralización de aceptación

Una vez iniciado el periodo de garantía con la recepción del primer tren, se realizarán trimestralmente el seguimiento y cálculo de los índices de fiabilidad en servicio e intrínseca del trimestre precedente y, si aplicara, de las penalizaciones e incrementos del periodo de garantía que correspondan.

Mensualmente se realizará una reunión entre los responsables de la Garantía por parte del Adjudicatario y FMB. Se podrán convocar reuniones especiales a petición de cualquiera de las dos partes, para tratar aquellos temas que se considere no pueden esperar a la reunión mensual. En dicha reunión se analizarán TODOS los Fallos y Averías ocurridas en el mes anterior, revisando su imputación y clasificación, que previamente habrá sido realizada por FMB. FMB se reserva la potestad de solicitar al

Adjudicatario la presencia en dichas reuniones del suministrador o fabricante de cualquier equipo montado en el tren.

Los valores globales de “Fiabilidad de servicio” y de “Fiabilidad intrínseca” se calcularán:

- por tren (repcionado provisionalmente).
- por el conjunto de trenes (repcionados provisionalmente) de línea 1.
- por el conjunto de trenes (repcionados provisionalmente) de línea 3.

Los índices de “Fiabilidad de servicio” y de “Fiabilidad intrínseca” por subsistema se calcularan de la misma forma.

### 1.1.7 Consecuencias del incumplimiento de la fiabilidad

Desde el inicio de la recepción provisional del primer tren de cada línea, si en un trimestre no se cumplen los valores de fiabilidad global de la línea se procederá como sigue para cada incumplimiento:

- Se prolongará el periodo de garantía en un periodo de tres (3) meses de todos los trenes de la línea.
- Aplicación de una penalización económica, según se establezca en el Pliego de Condiciones Particulares.

Como consecuencia de lo anterior, se interrumpirá el análisis de la fiabilidad para otros niveles inferiores (Subsistemas).

Las ampliaciones de garantía se realizarán por períodos trimestrales, aplicando los mismos criterios antes citados en cuanto a tendencias, evolución y valores de fiabilidad.

### 1.1.8 Criterio de cálculo de la fiabilidad para subsistemas

Alcanzados los niveles de fiabilidad global a nivel del conjunto de los trenes de una línea, al final de período de garantía y sus ampliaciones (tanto de servicio como intrínseca) según lo indicado anteriormente, se realizará el cálculo de la fiabilidad a nivel de Subsistemas.

En el caso que un subsistema no alcance los niveles de fiabilidad ofertados, Se prolongará el periodo de garantía de los trenes de la línea por periodos de tres (3) meses, hasta que se alcancen los valores de fiabilidad de todos los subsistemas

### 1.1.9 Datos de fiabilidad a presentar en la oferta

Con la distribución de grupos y subsistemas funcionales que se han indicado, el Adjudicatario deberá presentar en la oferta, un estudio justificativo del cumplimiento de la fiabilidad solicitada (en servicio e intrínseca) tanto a nivel de tren como de subsistemas.

Asimismo la oferta incluirá un análisis de modos degradados para conducción en caso de avería de alguno de los equipos básicos del tren y obligatoriamente de los siguientes:

- Convertidor de tracción.
- Freno eléctrico de un coche.
- Freno neumático de un bogie.
- Electrónica de mando y control del freno (de tren y de coche).
- Convertidor estático auxiliar.
- Suspensión secundaria.
- Compresor de aire.
- Equipo de climatización de aire.
- Informática embarcada (electrónica central, red y módulos de entrada y salida).
- Sistemas de seguridad y comunicaciones.

Este análisis debe de contener el plan de mitigación y consignadas de seguridad a aplicar desde un punto de vista operativo.

La fiabilidad será determinante en la selección de ofertas y toda mejora sobre los valores solicitados en Pliego, se valorará hasta el máximo señalado (550.000 km) por encima del qual, no se otorgarán puntuaciones. En caso de ofertarse valores superiores estos pasarán a ser contractuales en caso de resultar Adjudicatario.

### 1.1.10 Gestión de averías

#### 1.1.10.1 Registro de las averías en línea

Se constatarán mediante el denominado, en FMB “Aviso de Averías”, emitido por el Centro de Control de FMB (CCM), y que notifica averías que se producen en línea.

La cumplimentación del citado Aviso de Averías, en lo que a la reparación se refiere, será realizada total y fielmente por el Adjudicatario, inmediatamente después de la reparación, tras lo cual será entregada a FMB para la codificación del Subsistema averiado.

Ante cualquier avería que haya causado una paralización de la línea igual o superior a cinco (5) minutos, el Adjudicatario deberá entregar a FMB un informe, en un plazo inferior a 24 horas donde se concreten las causas raíz de la avería y se proponga un plan de acción y su alcance. El informe irá acompañado de los volcados de los datos software de los equipos afectados en la averías.

También se prestará especial atención a la cumplimentación de los campos correspondientes a causas y reparación de las averías, tiempos de reparación y personal interviniente, dado que estos últimos datos serán la base para comprobar el cumplimiento de la mantenibilidad.

FMB no aceptará dilaciones en la cumplimentación del Aviso de Avería. Si en 24 horas no hay acuerdo, o se entregaran los documentos indebidamente cumplimentados, FMB decidirá sobre la imputación y acciones específicas.

#### 1.1.10.2 Constatación de las averías en talleres/mantenimiento

El responsable de mantenimiento de FMB de la línea correspondiente generará el documento de Aviso de Avería. La cumplimentación del citado Aviso de Avería, en lo que a la reparación se refiere, será realizada total y fielmente por el Adjudicatario, inmediatamente después de la reparación, tras lo cual será entregada a FMB para la codificación del Subsistema averiado.

#### 1.1.10.3 Informes de averías

Con carácter mensual el Adjudicatario entregará a FMB un informe sobre las Averías ocurridas, e incidencias en la explotación, causas y acciones para evitarlas. La estructura de este documento se definirá entre ambas partes.

Comenzarán a emitirse al mes siguiente de la salida del primer tren al servicio comercial.

Adicionalmente, y con motivo de las reuniones de seguimiento del Proyecto, se analizará la evolución, causas de averías, modificaciones que se proponen y mejoras de los procedimientos, en caso necesario.

#### 1.1.10.4 Reparación de averías

Como regla general toda avería cuya base documental sea el Aviso de Avería, será reparada por el Adjudicatario.

Si excepcionalmente, FMB reparase alguna avería de este tipo, durante el período de garantía, tendrán igual consideración que si las hubiese reparado el Adjudicatario, sin perjuicio de que éste reponga el equipo sustituido.

En relación con las averías observadas en talleres, en los ciclos de mantenimiento, se avisará al Adjudicatario para su reparación. Este deberá personarse en el taller correspondiente en un plazo máximo de una (1) hora desde que este haya sido avisado.

#### 1.1.10.5 Seguimiento de los aparatos desmontados por avería

Dado que uno de los objetivos subsidiarios del seguimiento de la fiabilidad es verificar la trazabilidad de los aparatos de entidad, es absolutamente necesario que en el Aviso de Avería además de la reparación efectuada se indique, caso de ser preciso, el número de serie o fabricación del aparato montado y del

desmontado, para lo cual se seguirán las instrucciones que específicamente emita FMB.

En el caso que los aparatos averiados se desmonten y envíen al proveedor original para su análisis, se deberá remitir a FMB un informe donde se especifiquen causas, conclusiones y planes de acción. Estos informes se considerarán como parte de la documentación que contractualmente se debe entregar a FMB para finalizar el periodo de Garantía.

El control de calidad de los equipos retornados de cualquier proveedor, será realizado por el Adjudicatario e informado a FMB para su conocimiento.

Cuando un proveedor concluya que el aparato analizado no evidencia ninguna anomalía, el Adjudicatario deberá efectuar un control de calidad a la recepción del equipo con las evidencias necesarias que determine FMB, con el objetivo de asegurar que cumple correctamente la funcionalidad y seguridad requerida, antes de volver a instalarlo en tren.

### **1.1.11 Averías irregulares**

#### **1.1.11.1 Averías que reducen la vida de los aparatos**

Aquellas averías o defectos que su completa reparación suponga una merma evidente de la vida de la pieza, aparato o sistema (como es el caso de torneos de ruedas), se imputarán al Adjudicatario, además de la repercusión de la inmovilización, los gastos originados en la reparación y valoración de reducción de vida.

Dada la importante repercusión de este tipo de averías, el Adjudicatario investigará la funcionabilidad, ajustes, materiales, etc., de los equipos intervinientes, al objeto de aportar soluciones que eviten nuevos casos o se limiten los efectos indeseados, no dándose por acabado el período de garantía hasta la total resolución, fielmente demostrada.

#### **1.1.11.2 Averías que influyen en la seguridad**

Cuando una avería afecte a piezas, aparatos, o sistemas que influyan en la seguridad de la circulación de los trenes, por ejemplo, fisuras o defectos en bogie, en elementos de rodadura, captación de energía, agarrotamiento de transmisiones o timonerías, mando y mecanismos de puertas, enganches, seguridad de puertas, equipo de freno, sistema de hombre muerto, tiradores de alarma, equipos de protección a la circulación y, en general, todas aquéllas de naturaleza semejante, se considerarán sistemáticas o repetitivas, sin necesidad de alcanzar los valores citados en apartado “1.1.12 Averías sistemáticas”, hecho que se constatará a través de la inspección del resto de los elementos existentes.

En caso de producirse este tipo de averías el Adjudicatario deberá acometer las actividades siguientes (que deberán someterse a la aprobación de FMB):

- Realización urgente de una inspección de todos los elementos de la flota y cumplimentación del registro correspondiente, conforme a los criterios acordados con FMB.

- Análisis, junto con FMB, de los datos registrados en los sistemas de almacenamiento de datos.
- Emisión del preceptivo informe técnico, con causas y medidas a tomar para evitar nuevos casos.
- Acometimiento con premura de las modificaciones oportunas.
- Si para el análisis detallado de los elementos causantes de este tipo de averías es preciso enviarlos a la factoría de los Constructores o del Adjudicatario, este envío siempre será previamente autorizado por FMB.
- Se establece un plazo máximo de cinco (5) días para el envío a FMB del preceptivo informe, para todos los casos citados o semejantes.
- Este tipo de averías podrán estar o no inscritas en las definiciones citadas al comienzo de este Capítulo.

### 1.1.12 Averías sistemáticas

Si en una misma pieza o elemento, se produjeran averías durante su plazo de garantía, en al menos el 10% de los vehículos suministrados, y de forma que la proporción de piezas o elementos averiados alcanzara, como mínimo el 10% de la cantidad total de piezas o elementos suministrados, estas averías se considerarán como sistemáticas.

Caso de que las piezas iguales por tren sean entre 5 y 15 se considerará un porcentaje del 6%, y en caso de que sean superiores a 15 se considerará un 4%.

Ante tal declaración, FMB se reserva el derecho de exigir la sustitución de todas las piezas o elementos semejantes, siendo también por cuenta de los Adjudicatario los costos de desmontaje de las piezas y montaje de las nuevas, así como los costos de desmontaje de los aparatos de que dichas piezas forman parte.

En caso de presentarse una anomalía sistemática dentro del periodo de garantía, bien sea por defecto de proyecto o de construcción, quedará automáticamente anulado el tiempo de garantía transcurrido del elemento o sistema correspondiente.

Se iniciará un nuevo período de garantía cuando el Adjudicatario lo hayan solucionado en todos los equipos en servicio, sin excepción.

Ante la declaración de Avería Sistemática, el Adjudicatario deberán presentar a FMB, y en el plazo máximo de 1 mes a contar desde la fecha de declaración de Avería Sistemática, la siguiente información:

- Análisis técnico de la Avería Sistemática, detallando su origen.
- Propuesta de modificación técnica, para su aprobación por FMB si procede.
- Plan de implantación de las soluciones correctoras para su aceptación por FMB, si procede.

### 1.1.13 Exigencias del servicio en averías

Los trenes se dimensionarán con un nivel de redundancia de equipos tal que ante cualquier avería permita alcanzar la siguiente estación para evacuar pasaje, arrancando en la máxima pendiente y curva y con la carga máxima, y ya en vacío proseguir hasta la cochera, con independencia del trayecto.

Las operaciones a realizar por el conductor o telemando (caso conducción automática) para retirar el tren en las condiciones indicadas, deberán ser sencillas y claras para evitar tiempos de inmovilización en línea. El adjudicatario deberá redactar para los Motoristas fichas sencillas y fácilmente entendibles para la resolución de las averías más comunes en servicio.

## 1.2 DISPONIBILIDAD

### 1.2.1 Definición

Se entenderá como disponibilidad el número de hora en que los trenes recepcionados están disponibles para el servicio durante las horas de servicio oficiales de FMB.

Los horarios de servicio oficiales actuales de FMB en una semana habitual es:

- Lunes a Jueves: horario de 05:00 a 00:00 del día siguiente (19 horas de servicio)
- Viernes: horario de 05:00 a 02:00 del sábado (21 horas de servicio)
- Sábado: horario de 05:00 a 00:00 del lunes (43 horas de servicio)

No se considerarán en el cómputo de disponibilidad:

- Las horas necesarias para mantenimiento preventivo programado.
- Inmovilizaciones por causas no imputables al Adjudicatario.

### 1.2.2 Valores de disponibilidad exigidos

Para el cálculo de la disponibilidad se tendrá en cuenta la siguiente relación:

$$D = \frac{DS}{DT} * 100$$

Dónde:

D = Disponibilidad en % de cumplimiento.

DS = Número de horas-trenes reales, disponibles para el servicio comercial en línea, en cada franja horaria.

DT = Número de horas-trenes teniendo en cuenta el horario oficial de servicio de FMB.

El valor exigido por línea será del **95%**. El cálculo se realizará diariamente, totalizándose y controlándose trimestralmente. Siendo el valor exigido del **99%** en la hora punta (6h-10h A.M.).

Para controlar el cumplimiento de la disponibilidad se tendrá en cuenta el resultado de los datos estadísticos que diaria y mensualmente son publicados por FMB.

### 1.2.3 Evaluación del cumplimiento de la disponibilidad

Una vez iniciado el periodo de garantía con la recepción del primer tren, se realizarán trimestralmente el seguimiento y cálculo de los índices de disponibilidad y de los incrementos del periodo de garantía que correspondan.

Mensualmente se realizará una reunión entre los responsables de la Garantía por parte del Adjudicatario y FMB. En dicha reunión se analizarán TODOS los datos referentes a disponibilidad del mes anterior, revisando su imputación y clasificación, que previamente habrá sido realizada por FMB. FMB se reserva la potestad de solicitar al Adjudicatario la presencia en dichas reuniones del suministrador o fabricante de cualquier equipo montado en el tren.

Los índices de disponibilidad se calcularán:

- por el conjunto de trenes (repcionados provisionalmente) de línea 1.
- por el conjunto de trenes (repcionados provisionalmente) de línea 3.

### 1.2.4 Efectos de incumplimiento de disponibilidad

Desde el inicio de la recepción provisional del primer tren de cada línea, si en un trimestre no se cumplen los valores de disponibilidad de la línea se procederá a prolongar el periodo de garantía de los trenes de la línea en un periodo de tres (3) meses, por cada incumplimiento.

## 1.3 MANTENIBILIDAD

El diseño de los equipos, así como la concepción del proyecto constructivo y de montaje, debe realizarse de manera que se consigan la mayor y mejor mantenibilidad posible. Cabe indicar que la estrategia de FMB es reducir todo lo posible la inmovilización de los trenes por mantenimiento realizando un mantenimiento modular.

Para ello se deberán tener en cuenta los siguientes principios y conceptos de diseño:

- Los equipos cuya funcionalidad lo permita, estarán concebidos como módulos intercambiables y normalizados. Esta condición es obligatoria para todos los equipos electrónicos o informáticos que se instalen en el tren. Los módulos serán de fácil colocación o extracción.
- Los equipos electrónicos e informáticos, dispondrán todos ellos y obligatoriamente, de una función que permita su autochequeo, y tal que pueda establecerse automáticamente, y por el mismo equipo, si se encuentra en condiciones normales de servicio o presenta alguna deficiencia, anomalía o avería, debiendo indicar estas y en el siguiente orden, para los equipos electrónicos de control: Tarjeta electrónica, Subconjunto electrónico, Equipo.

Los componentes y equipos que vayan a necesitar mantenimiento preventivo y/o correctivo, regulaciones etc., deberán estar ubicados tal que su acceso se pueda realizar sin ser desmontados y/o tener otros elementos próximos, y sin que sea necesario para acceder a los mismos que el personal de mantenimiento necesite recurrir a posturas difíciles y/o fatigosas.

Aquellos equipos que necesiten de un acceso periódico o sean susceptibles tener selectores o extracción de datos serán accesibles de la caja de pasaje. Como mínimo irán ubicados en caja los siguientes equipos:

- Selección de consigna aire acondicionado.
- Discos de almacenaje de información del sistema de videovigilancia.
- Sistema de videodifusión/información al viajero.
- Extracción de datos de la Central de Registro (Caja Negra).
- Grifos de anulación TDP.
- Térmicos de conexión y desconexión de batería.
- ...

### 1.3.1 Criterios generales del mantenimiento

FMB basa el mantenimiento de su material móvil en cinco tipos:

- Mantenimiento preventivo de ciclo corto. En taller de primer nivel.
- Mantenimiento preventivo de ciclo largo. En taller de segundo nivel.
- Mantenimiento Correctivo.
- Mantenimiento de Mejoras.
- Mantenimiento basado en condición.

En cuanto a la mantenibilidad el Ofertante deberá considerar los siguientes aspectos:

- Preservar la seguridad y el confort.
- Mejorar la fiabilidad.
- Mejorar la disponibilidad.
- Reducir los costes.

A lo largo del período de garantía, el Adjudicatario deberá entregar toda la documentación y medios para que FMB pueda realizar el mantenimiento integral de los trenes. Se incluirá:

- Instrucciones de trabajo visuales e intuitivas en formato FMB. Estas instrucciones de trabajo se entregarán por el equipo/elemento más pequeño que precise mantenimiento. Estas instrucciones deberán ser validadas por FMB, y se deberán entregar antes del inicio de los mantenimientos por parte de FMB.
- Utillajes y herramientas especiales para realizar las actividades (desmontaje-montaje equipos, diagnosis, etc.).
- Toda la documentación solicitada en el Pliego de Condiciones Técnicas de esta licitación así como aquella documentación que el Adjudicatario considere necesaria.

El Adjudicatario deberá llevar a cabo al menos en una ocasión todas las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo donde se valide que la documentación y medios entregados a FMB son los adecuados, así como para validar que los tiempos MTTR presentados en el estudio LCC son correctos. En estas actividades estará presente en todo momento personal de FMB.

En ningún caso el tiempo para realizar operaciones de mantenimiento preventivo implicará la inmovilización del tren por un periodo superior a 8 horas.

El tiempo mínimo entre operaciones de mantenimiento no será en ningún caso inferior a 30 días.

Así, para la realización de todas las operaciones de mantenimiento sobre tren se dispondrá de un periodo no superior a 8 horas periódicamente, no pudiendo ser esta periodicidad inferior a 30 días.

### **1.3.2 Accesibilidad**

Todos los componentes y conjuntos del vehículo que deban ser desmontados por avería o deban ser revisados por mantenimiento, estarán dispuestos de modo que sean perfectamente accesibles sin necesidad de realizar desmontajes previos, adoptándose, donde sea posible, un sistema modular.

El proyecto del tren debe ser realizado para conseguir un mínimo tiempo de inmovilización, en caso de avería de cualquiera de sus componentes, y una gran facilidad de revisión.

### **1.3.3 Unificación entre piezas del mismo vehículo**

Se reducirá al máximo el número de piezas distintas del vehículo. Con este fin las piezas que cumplan funciones análogas serán exactamente iguales o tendrán el mayor número de piezas comunes. Este criterio se seguirá para los relés, contactores, conectores, interruptores, tornillería, etc.

### **1.3.4 Piezas de parque y de repuesto**

A continuación se detalla el listado de piezas de parque y repuesto mínimo a ofertar:

MATERIAL DE PARQUE Y REPUESTO	L1	L3
- Bogie del coche motor montado completo	14	14
- Bogie del coche remolque montado completo	4	4
- Conjunto eje montado coche motor completo	12	12
- Conjunto eje montado coche remolque completo	4	4
- Amortiguador lateral	12	12
- Amortiguador vertical	16	16
- Suspensión secundaria	24	24
- Bloque de freno de estacionamiento	12	12
- Bloque zapatas limpiadoras	12	12
- Enganche automático	4	4
- Enganche semipermanente completo	8	8
- Anticlimber	8	8
- Puerta acceso pasajeros completa (hojas, mecanismos, electrónicas, etc.)	20	20
- Electrónica de puertas	40	40
- Equipo completo aire acondicionado (sala)	10	8
- Compresor aire acondicionado (sala)	20	16
- Electrónica de mando aire acondicionado (sala)	10	8
- Equipo completo aire acondicionado (cabina)	4	4
- Compresor aire acondicionado (cabina)	4	4
- Electrónica de mando aire acondicionado (cabina)	4	4
- Equipo de detección incendios completo	2 trenes	2 trenes
- Unidad de control de freno completo	10	10
- Panel neumático completo	10	10
- Grupo motor-compresor	4	4
- Equipo secador de aire	4	4
- Testera frontal	4	4
- Puerta frontal de evacuación	4	4
- Puerta cabina-pasaje	4	4
- Puerta acceso lateral cabina	8	8
- Pasillo intercomunicación completo	8	8
- Conjunto interiorismo completo	2 trenes	2 trenes
- Conjunto ventanas laterales y parabrisas	1 tren	1 tren
- Asiento de motorista completo	4	4
- Pantógrafo completo	8	8
- Disyuntor principal	4	4
- Conjunto elementos alta tensión completo	2 trenes	2 trenes
- Conjunto convertidor de tracción completo	8	8
- Unidad de control de tracción	8	8
- Conjunto convertidores auxiliares completo	4	4
- Batería	4	4
- Pupitre de cabina completo	4	4
- Manipulador de conducción	4	4
- Registrador de eventos	4	4
- Sistema de información y videoinformación al pasajero	2 trenes	2 trenes

- Pantallas de videoinformación	1 tren	1 tren
- Sistema de vídeo vigilancia	2 trenes	2 trenes
- Cámaras de vídeo vigilancia	1 tren	1 tren
- Sistema de comunicaciones (radio)	2 trenes	2 trenes
- Sistema informático embarcado (TCMS) completo	2 trenes	2 trenes
- Conjunto tirador de alarma	1 tren	1 tren
- Pantalla conducción TCMS	10	10
- Sistema Tren-Stop completo	2 trenes	2 trenes

### 1.3.5 Herramientas y útiles especiales

El Adjudicatario deberá proporcionar, libre de cargos para FMB, los elementos necesarios para comprobar los equipos de control, tanto electrónicos como convencionales (mecánicos y neumáticos), así como bancos de prueba, equipos simuladores, útiles para el desmontaje y montaje de equipos etc., que permitan una rápida localización de averías y mantenimiento adecuado.

Los utillajes y herramientas especiales para el mantenimiento y reparaciones deberán ser aportados por el Adjudicatario con su correspondiente marcado CE, declaración de conformidad, manual de uso y mantenimiento y adecuación según lo indicado en el RD 1215/97. Se deberán aportar además los planos constructivos de dichos útiles.

En la oferta se presentará la lista de herramientas y útiles especiales que se entregarán a FMB diferenciados por líneas (considerando que los trenes de Línea 1 se mantendrán en los talleres de dicha línea y los trenes de L3 en el taller de línea 3). Se debe considerar que cada línea debe ser autosuficiente para realizar todo el mantenimiento de los trenes que tiene asignados. Por tanto se debe presentar una lista por líneas.

La oferta deberá incluir todas las herramientas informáticas (software y hardware) necesarias para realizar el mantenimiento integral (preventivo, correctivo, predictivo,...) con un número suficiente de licencias y sin costes fijos añadidos. Cualquier actualización de dicho software deberá correr a cargo del Adjudicatario.

En la Oferta se deberán incluir un mínimo de 3 portátiles ruggedizados con los softwares que se precisen, en su última actualización.

Previo al final del periodo de garantía de los trenes se realizará una operación de mantenimiento de ciclo largo completa (incluyendo el desmontaje-montaje del equipo al tren) todo los equipos que precisan de revisión de ciclo largo según Plan de Mantenimiento, que servirá para validar los útiles e instrucciones técnicas de mantenimiento suministrados por el Adjudicatario. En caso de que presentarán deficiencias o se requiriera de útiles o herramientas adicionales, deberá aportarlas el Adjudicatario, libre de cargos para

FMB, antes de finalizar el periodo de garantía. La garantía no se finalizará hasta que sean validados por FMB los útiles y las instrucciones de mantenimiento.

Además de las herramientas y útiles especiales se deberá entregar con los trenes como mínimo los siguientes bancos de pruebas que deberán permitir tanto el mantenimiento preventivo como el diagnóstico y resolución de averías de los sistemas fuera del tren:

Bancos de pruebas	L1	L3	Talleres Centrales
- Banco de pruebas neumático: capaz de probar panel completo y aparatos individuales	1	1	1
- Banco de pruebas sistema informática embarcada (TCMS)	1	1	1
- Banco de pruebas unidad de mando de tracción	1	1	1
- Banco de pruebas sistema de información al pasaje	1	1	1
- Banco de pruebas sistema de video información al pasaje	1	1	1
- Banco de pruebas sistema de video vigilancia	1	1	1

### 1.3.6 Requerimientos de mantenibilidad

Los siguientes requerimientos serán obligatorios para el Adjudicatario y deberá considerarlos en el diseño del tren ofertado y en su plan de mantenimiento. El Ofertante si lo desea podrá proponer periodicidades superiores a las que se indican. En ese caso pasarán a ser contractuales.

- Ruedas:

El Adjudicatario debe garantizar un recorrido mínimo de las ruedas de 300.000 km entre torneados sucesivos. La vida mínima de las ruedas será de 1.500.000 km.

- Caja de grasa:

Respecto a los rodamientos de caja de grasa deben garantizarse las siguientes condiciones mínimas de utilización:

- Limpieza y reposición total de la grasa a los 1.500.000 km o 15 años.
- Vida útil de los rodamientos: 3.000.000 km.

- Suspensión primaria:

Respecto a la suspensión primaria deben garantizarse las siguientes condiciones mínimas de utilización:

- Vida útil: 1.500.000 km o 15 años, sin que en este período se deban realizar calados sistemáticos y/o existan pérdidas de características de la suspensión, con las condiciones de carga previstas.

- Discos de freno

Los discos estarán garantizados para su utilización por un período mínimo de 3.000.000 km.

- Unión caja-bogie:

En caso de ser necesaria la lubricación de la corona de unión el período de lubricación debe ser superior a los 300.000 km, y el desmontaje para revisión y limpieza no menor de 3.000.000 km. La vida mínima de la corona deberá ser de 40 años.

- Topes de goma bogies:

No necesitarán de ningún tipo de revisión antes de los 1.500.000 km.

- Amortiguadores de bogie:

La comprobación y regulación de los amortiguadores no será necesario hacerla antes de los 1.500.000 km, siendo la duración mínima de los mismos 3.000.000 km.

- Reductora

El cambio de lubricante se realizará por encima de los 300.000 km. Se deberá homologar al menos dos tipos de aceites de fabricación de la Unión Europea.

La revisión general no se realizará antes de 2.000.000 km.

- Cilindro de freno

No será necesario realizar la revisión general de los cilindros de freno hasta los 1.500.000 kms.

- Zapata de freno y de limpieza

Se deberá garantizar una duración de como mínimo 1.500.000 km.

- Motor de tracción

No será necesario realizar la revisión general de los motores de tracción hasta los 1.500.000 kms.

Los engrases de los rodamientos no deberán tener que realizarse antes de los 300.000 km. La revisión de los rodamientos no será necesario hacerla antes de los 2.000.000 km.

- Pantógrafos

No será necesario realizar la revisión general hasta los 1.500.000 kms.

- Disyuntor

No será necesario realizar la revisión general hasta los 1.800.000 kms.

- Batería

No será necesario realizar la revisión general hasta los 15 años.

- Enganches automáticos:

No será necesario realizar la revisión general de los enganches automáticos hasta los 2.000.000 kms. No precisará de lubricación alguna al menos hasta los 200.000 kms.

- Enganches semipermanentes:

No será necesario realizar la revisión general de los enganches semipermanentes hasta los 2.000.000 kms. No precisará de lubricación alguna al menos hasta los 200.000 kms.

- Instalación neumática

La revisión general de los aparatos neumáticos no deberá realizarse antes de 1.500.000 km.

- Secador de aire

La sustitución o mantenimiento del agente secante no será inferior a 5 años.

La revisión general del secador no será inferior a 10 años.

- Compresor principal

La revisión general se deberá realizar a los 1.500.000 km. El mantenimiento quedará limitado a la vigilancia periódica, cada 3 meses, del nivel del aceite de engrase; el cambio del mismo y a la limpieza de su filtro de aspiración deberá realizarse como mínimo cada 300.000 kms.

- Mangueras neumáticas entre coches

La revisión general se deberá realizar a los 1.500.000 km.

- Puertas de acceso viajeros

La revisión general de las puertas de acceso deberá ser como mínimo a los 18 años o 1.800.000 kms.

Los finales de carrera tendrán una vida mínima de 15 años.

- Pasillo de intercirculación

No precisará de revisión general. La vida mínima será de 18 años.

- Estructura de caja

No será preciso ningún tipo de revisión antes de la revisión de media vida (más de 18 años).

- Cofres onduladores de tracción y convertidores auxiliares

No será precisa realizar revisión general de las partes electrónicas antes de los 3.000.000 kms.  
Las partes mecánicas deberán tener una revisión general como mínimo a los 1.500.000 kms.

- Detector de incendios

No será precisa la sustitución de ningún elemento, ni fungible, con periodicidades menores a 1 año.

## 1.4 COSTE DEL CICLO DE VIDA

El Adjudicatario diseñará y valorará el vehículo y sus elementos integrantes y adoptará soluciones para que, con una visión integral desde el inicio del proyecto y a lo largo de todo el ciclo de vida, el coste sea óptimo, considerando los siguientes aspectos:

- Concepción y definición.
- Proyecto y desarrollo.
- Construcción y adecuación de materiales, componentes, equipos, organización, medios de producción, aseguramiento de la calidad, documentación, etc.
- Explotación.
- Mantenimiento.
- Retirada.

Se trata de conocer el coste de cada una de las fases, con el fin de que exista un equilibrio tal entre ellas que se minimicen los costes globales y especialmente la explotación y mantenimiento.

En la oferta deberá entregarse un estudio LCC que incluya para cada una de las intervenciones los gastos distribuidos por mano de obra y materiales, a lo largo de la vida útil, contemplando el mantenimiento de todo tipo y sus respectivos ciclos.

El estudio sobre el coste del mantenimiento deberá incluir los plazos de revisión que necesite cada elemento sometido a desgaste, el personal necesario en número y especialidad y las horas necesarias

para las operaciones. El objeto de este apartado es determinar el coste total del mantenimiento necesario a lo largo del ciclo de vida del tren.

Se cumplirá lo indicado en la norma EN 50126.

El estudio LCC seguirá el formato que se indica a continuación.

#### 1.4.1.1 Base de cálculo

Para el cálculo del coste del ciclo de vida del tren se deberán tener en cuenta las siguientes hipótesis:

- Años de vida: 40 años.
- Precio/hora mano de obra: 30 Euros.
- Inflación anual: 0%.
- Recorrido anual medio: 120.000 km.
- Horas anuales funcionamiento en marcha: 4.000 horas.
- Horas anuales bajo tensión: 4.800 horas año.

#### 1.4.1.2 Costes de mantenimiento preventivo

En esta parte del estudio se deberá presentar el cálculo del mantenimiento preventivo que proviene del plan de mantenimiento.

El estudio deberá incluir los siguientes campos:

1. Equipo: denominación del elemento analizado.
2. Cantidad/tren: número de equipos por tren.
3. Tarea de mantenimiento: descripción de la tarea de mantenimiento preventivo a realizar.
4. Frecuencia: periodicidad con la que se debe realizar.
5. MTTR: número de horas necesarias para realizar la tarea de mano de obra directa. No incluye las horas logísticas de acopio de materiales y útiles.
6. Operarios: número de operarios necesarios para realizar la tarea.
7. Nombre de recambio: nombre del recambio a sustituir (si es necesario).
8. Coste de recambio/repación: precio de mercado del recambio/repación en el año 2018.
9. Coste Euro/tren/km: coste medio por tren y kilómetro medio de la vida útil solicitada (40 años).

Equipo	Cantidad/tr en	Tarea de mantenimiento	Frecuencia	MTTR	Operarios	Nombre de recambio	Coste de recambio/repación	Coste Euro/tren/km

### 1.4.1.3 Costes de mantenimiento correctivo

En esta parte del estudio se deberá presentar el cálculo del mantenimiento correctivo basado en el estudio de fiabilidad de los equipos que constituyen el tren ofertado.

El estudio deberá incluir los siguientes campos:

1. Equipo: denominación del elemento analizado.
2. Cantidad/tren: número de equipos por tren.
3. Modo de fallo: tipo de avería producida.
4. Tarea de mantenimiento: descripción de la tarea de mantenimiento correctivo a realizar.
5. Tasa de fallo: índice de fallos por millón de kilómetros.
6. MTTR: número de horas necesarias para realizar la tarea de mano de obra directa. No incluye las horas logísticas de acopio de materiales y útiles.
7. Operarios: número de operarios necesarios para realizar la tarea.
8. Nombre de recambio: nombre del recambio a sustituir (si es necesario).
9. Coste de recambio/repación: precio de mercado del recambio/repación en el año 2019.
10. Coste Euro/tren/km: coste medio por tren y kilómetro medio de la vida útil solicitada (40 años).

Equipo	Cantidad/tren	Modo de fallo	Tarea de mantenimiento	Tasa de fallo	MTTR	Operarios	Nombre de recambio	Coste de recambio/repación	Coste Euro/tren/km

### 1.4.1.4 Costes totales de mantenimiento

Finalmente se deberá sumar los costes de mantenimiento preventivo y correctivo y dar un valor global.

*Coste de ciclo de vida (euro/tren/km) = Coste de ciclo de vida preventivo (euro/tren/km) + Coste de ciclo de vida correctivo (euro/tren/km)*

## 1.4.2 Evaluación del cumplimiento del LCC

Durante el período de garantía el Adjudicatario demostrará fehacientemente que tanto los tiempos de las operaciones de mantenimiento (MTTR) como los costes asociados a los recambios corresponden con los valores que aparecían en su oferta. Para la comprobación de los valores MTTR el Adjudicatario se verá obligado a realizar cada una de las actividades al menos una vez con la presencia de FMB.

Mensualmente se realizará una reunión entre los responsables de la Garantía por parte del Adjudicatario y FMB. En dicha reunión se analizará la evolución de la validación del LCC y sus resultados.

## 1.4.3 Consecuencias del incumplimiento del LCC

Una vez finalizado el plazo de garantía, si no se cumplieren los valores ofertados de LCC:

- En cuanto a los tiempos de mantenimiento (MTTR): El proveedor asumirá los costes adicionales derivados del aumento en los citados tiempos durante los 40 años de vida de los trenes. La fórmula de cálculo se adjunta en el capítulo de penalizaciones.
- En cuanto a la periodicidad de las operaciones de mantenimiento: El proveedor asumirá los costes adicionales derivados del aumento de las citadas periodicidades durante los 40 años de vida de los trenes. La fórmula de cálculo se adjunta en el capítulo de penalizaciones.
- En cuanto al coste de los materiales de recambio o reparaciones: El proveedor asumirá los costes adicionales que suponga un aumento de los costes de los recambios y reparaciones durante los 40 años de la vida de los trenes. La fórmula de cálculo se adjunta en el capítulo de penalizaciones

Para los equipos a los que aplique la garantía específica, los puntos anteriores serán de aplicación dentro de dicho periodo de garantía específica.

## 1.5 GESTIÓN DE LA OBSOLESCENCIA

El Adjudicatario estará obligado a disponer de un sistema de gestión de la obsolescencia de acuerdo con la norma UNE-EN 62402 en los casos de obsolescencia que se pudieran producir durante la vida útil de material

El Ofertante deberá presentar una propuesta de plan de gestión de la obsolescencia donde se demuestre que esta cuestión estará correctamente gestionada a lo largo de la vida útil del tren.

El diseño de las unidades se efectuará de manera que se garantice el suministro de Piezas de Parque y Repuestos de todos los componentes, durante la vida esperada del material de 40 años, mediante componentes originales o equivalentes. En este último caso se respetarán los aspectos dimensionales y funcionales.

Durante la fase de proyecto, el Adjudicatario ofrecerá a FMB para los Repuestos Principales (rodamientos; guarniciones de freno, discos de freno, ruedas, silentblocks, piezas de forja, etc...), al menos dos proveedores alternativos.

El Adjudicatario entregará a FMB las Especificaciones Técnicas y Funcionales que le permitan licitarlos en abierto.

El Adjudicatario se obliga a garantizar el suministro a FMB de Piezas de Parque y Repuestos idénticos a los incluidos en los vehículos contratados durante un plazo no inferior a 10 años a partir de la entrega de la última unidad de la serie de la serie sin coste adicional.

Transcurrido este periodo de 10 años, el Adjudicatario propondrá las soluciones correspondientes para subsanar los casos de obsolescencia que se pudieran producir durante la vida útil del material. El desarrollo de la solución adoptada no supondrá un coste adicional para FMB.

En todos los casos en que el Adjudicatario encuentre una obsolescencia lo informará a FMB con la debida antelación para evitar una falta de suministro.

## 2 CONDICIONES DE GARANTÍA

### 2.1 PLAZO DE GARANTÍA NORMAL

El Adjudicatario se responsabilizará de todo el material, medios y mano de obra así como del funcionamiento de todo el tren como conjunto y en cada uno de los elementos –tanto de construcción propia como los que a él le han suministrado otros Fabricantes o Proveedores– hasta los 360.000 KILÓMETROS en servicio comercial o 36 MESES, lo que más tarde ocurra, a contar desde el origen de la entrada en garantía.

En el caso de que durante el periodo de garantía su produjera un número de averías tal que alguno de los índices de la disponibilidad, fiabilidad en servicio o fiabilidad intrínseca globales presentase un nivel inferior al 80% de su valor contractual, FMB se reserva la potestad de paralizar el periodo de garantía y la aceptación de salida de fabricación y entrega de nuevos trenes hasta que dicha situación se resuelva.

Será condición indispensable para finalizar el periodo de garantía que toda la documentación contractual se haya entregado en su versión definitiva y esté validada por FMB.

### 2.2 RECEPCIÓN PROVISIONAL

La Recepción Provisional (origen de la garantía) de cada tren, se efectuará una vez:

- Entregada la documentación técnica (planos, esquemas, especificaciones,...) y de mantenimiento (plan de mantenimiento, instrucciones de trabajo, etc.) provisional requerida en los Pliego de Condiciones.
- Entregada toda la documentación relativa a seguridad ferroviaria y comportamiento frente al fuego y humo.
- Entregada toda la documentación relativa a sostenibilidad.
- Entregado el visado del proyecto dado por el Colegio de Ingenieros Industriales de Cataluña para la autorización de entrada al servicio comercial del tren por parte de la Autoridad Ferroviaria competente.
- 3 copias visadas de toda la documentación del proyecto presentado en el Colegio de Ingenieros Industriales de Cataluña a FMB.
- Entregados todos los bancos, útiles y herramientas especiales detallados en los Pliego de Condiciones.
- Entregada toda aquella documentación especificada en los Pliegos de Condiciones Técnicas.
- Realizada la formación especificada en los Pliego de Condiciones Técnicas.
- Superadas la totalidad de las pruebas especificadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y una vez autorizada la circulación con viajeros por la autoridad ferroviaria

competente con la consiguiente Acta de entrega firmada y el tren haya prestado servicio comercial en la línea durante cuarenta y cinco (45) días seguidos sin "FALLO", entendiéndose como "FALLO" la definición del capítulo 1.1.1.1.

Durante estos primeros 45 días de operación comercial de cada tren, el Adjudicatario efectuará un seguimiento in situ del correcto funcionamiento del tren y de las posibles incidencias, elaborando diariamente el correspondiente informe. El período de pruebas de 45 días comenzará de nuevo cada vez que se produzca una avería o error (conforme a la definición de "FALLO" antes mencionada) en el tren.

La Recepción Provisional quedará recogida en el Acta de Recepción Provisional que suscribirá un representante del Adjudicatario y otro de FMB. FMB no podrá denegar sin razón la suscripción del Acta de Recepción Provisional.

En el caso de que en un determinado momento se encuentren simultáneamente en servicio tres (3) o más trenes por lote que transcurridos 90 días desde su entrada en servicio comercial no cumplan las condiciones para hacer efectiva su recepción provisional, FMB se reserva la potestad de paralizar la aceptación de salida de fabricación y entrega de nuevos trenes. Cuando el número de trenes en servicio y sin recepcionar sean inferiores a tres (3) trenes, se levantará la paralización de aceptación.

## **2.3 OBLIGACIONES DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA NORMAL**

Independientemente de los distintos suministradores de equipos que pudieran intervenir en la construcción de cada tren, los procesos de puesta a punto y de asistencia técnica durante el período de garantía y sus ampliaciones, si las hubiere, la garantía será única (interlocutor único).

La presencia de este interlocutor único, lo será durante los tres (3) turnos de trabajo y los siete (7) días de la semana, y será al que se dirigirá el personal de FMB para todos los temas relacionados con la situación del material móvil.

Durante la fase de garantía, ante una avería, se requiere que los técnicos del Adjudicatario se personen en la cochera correspondiente en un plazo máximo de una (1) hora desde que este haya sido avisado. Este servicio deberá cumplirse 365 días al año, 24 horas al día.

Las personas designadas en cada turno serán comunicadas a FMB, así como los posibles cauces de comunicación con ellas.

Durante el indicado plazo de garantía normal y sus ampliaciones, el Adjudicatario viene obligado a sustituir, reparar o arreglar, a satisfacción de FMB, cuantos materiales, piezas y dispositivos de las mismas no funcionen debidamente, realizando en su caso, todas estas operaciones a sus expensas, incluyéndose también el coste del transporte del material y de la mano de obra requerida para el transporte de las partes defectuosas y la sustitución de las mismas.

El Adjudicatario deberá disponer de los repuestos necesarios para todos estos fines durante el plazo de garantía, sin que bajo ningún pretexto pueda utilizar piezas de otros coches, ya entregados a FMB, paralizados por cualquier causa, o de stock de FMB, salvo autorización expresa de FMB.

Todas aquellas modificaciones de equipos y softwares que se apliquen a trenes durante el periodo de garantía y sus ampliaciones, se harán extensibles a la totalidad de la flota, incluidos los trenes que eventualmente hubieran finalizado su periodo de garantía, con el fin de que la flota quede totalmente homogeneizada.

Del almacenamiento, guarda, custodia y control de los materiales del Adjudicatario para atender la garantía, será éste el único responsable.

La ubicación de estos repuestos será tal que su utilización se pueda realizar de forma inmediata, pudiendo el Adjudicatario tener almacenes de materiales cerca de las cocheras de FMB donde se vayan a utilizar, o llegar a los acuerdos pertinentes con FMB, para que la ubicación de estos repuestos pueda efectuarse dentro de las propias instalaciones

Si en el período de garantía normal, cualquier tren sufriese una inmovilización debida a un accidente u otras causas de fuerza mayor, se parará el cómputo de la garantía. Una vez reparado éste y sus equipos, continuará la garantía normalmente por el Adjudicatario.

## **2.4 ORGANIZACIÓN DE LA GARANTÍA**

Para hacer frente a sus obligaciones en materia de garantía, el Adjudicatario estará obligado a mantener un equipo de asistencia técnica integrado por su propio personal, en las dependencias de FMB durante el horario de servicio en las líneas donde presten servicio los trenes. Este equipo de asistencia técnica será mantenido hasta la finalización del período de garantía general de todos los trenes.

El personal técnico de servicio, además de poseer una completa capacitación en los diversos equipos específicos de los trenes, deberá adaptarse en todo lo posible al horario propio de las dependencias de FMB. No se admitirá como causa justificada del incumplimiento de las obligaciones en materia de garantía, el diferente horario entre el personal de este equipo y el de las dependencias de FMB.

En los primeros 10 días de entrada en servicio de cada unidad, el tren deberá ir acompañado por personal técnico cualificado del Adjudicatario durante todo el servicio comercial.

Asimismo desde la entrega del primer tren hasta los 6 meses de la entrada en garantía del último tren el Adjudicatario deberá disponer de técnicos en el CCM con el fin de dar apoyo a FMB en la resolución de incidencias de forma remota. El técnico del Adjudicatario en el CCM deberá estar capacitado para interpretar las informaciones verbales transmitidas por el personal de Operación y recomendar al operador las acciones oportunas para la resolución de incidencias.

Si el nivel de incidencias generado por averías imputables al diseño o deficiencias de los trenes generase una degradación en la calidad del servicio ofertado (fiabilidad, disponibilidad, tiempo de paro) superior al 30% por encima de los objetivos contractuales, el Adjudicatario se verá obligado a realizar acompañamientos en todas las unidades puestas en servicio. En esta situación FMB se reserva el derecho de paralizar la fabricación de los trenes hasta que se consigan los ratios de fiabilidad contractuales.

En la oferta se presentará una propuesta de Plan de organización de la garantía especificando como cumplirá con los requerimientos de este apartado.

## **2.5 AMPLIACIONES Y VARIACIONES DEL PLAZO DE GARANTÍA NORMAL**

Los conceptos por los cuales podrá existir una ampliación del plazo de garantía normal se indican a continuación.

### **2.5.1 Disponibilidad**

Se ampliará la garantía en caso de no cumplirse la disponibilidad, conforme a lo dispuesto en el capítulo "1.2 DISPONIBILIDAD".

### **2.5.2 Fiabilidad**

Se ampliará la garantía en caso de no cumplirse la Fiabilidad, conforme a lo dispuesto en el Capítulo "1.1 FIABILIDAD".

## **2.6 GARANTÍAS ESPECÍFICAS**

### **2.6.1 Introducción**

Dado que la longevidad de aparatos o equipos de entidad va mucho más allá de la garantía temporal de los trenes, y dado que la selección de aquéllos ha de realizarse bajo los principios indicados en el capítulo "1 CONDICIONES DE FIABILIDAD, DISPONIBILIDAD Y MANTENIBILIDAD", es preciso establecer unas garantías específicas que, en función de la naturaleza de los productos, experiencias y conocimientos históricos, garanticen a FMB el normal desarrollo de las actividades de explotación y conservación, sin la aportación de nuevos costes o servidumbres adicionales que conllevarían determinadas reparaciones, sustituciones de equipos, e incluso la realización de reparaciones sistemáticas para la resolución de las degradaciones prematuras o defectos ocultos.

Dichas garantías específicas deben entenderse en el sentido de que si por fallos en el diseño, fabricación o puesta a punto de los equipos, se incrementaran los costes o actuaciones a efectuar por FMB, más allá de los planes de mantenimiento indicados en la oferta, éstos, hasta la total resolución de

la problemática, serán asumidos por el Adjudicatario.

Dentro del periodo de garantía específica de un equipo se actuará como sigue:

- Se podrá declarar avería sistemática y/o irregular cuando se cumplan las condiciones especificadas en los correspondientes apartados de este anexo al pliego.
- Será de aplicación lo especificado en el apartado 1.4.3 de este anexo al pliego.

## 2.6.2 Garantías específicas de equipos

Se establecen los periodos y equipos de garantías específica que se detallan en la siguiente tabla.

La garantía específica se iniciará con la recepción provisional del tren

- Equipo electrónico de potencia ..... 15 años
- Equipo electrónico de informática embarcada ..... 15 años
- Grupo compresor ..... 15 años
- Motores de tracción ..... 15 años
- Convertidor para auxiliares y cargador de batería ..... 15 años
- Equipo de freno parte electrónica y neumática ..... 15 años
- Estructura de caja ..... 40 años
- Interiorismo ..... 20 años
- Puertas de pasaje ..... 20 años
- Acoplamiento automático y semi-permanente ..... 20 años
- Bastidor de bogie ..... 40 años
- Pasillos de intercirculación ..... 15 años
- Reductor y su acoplamiento ..... 20 años
- Suspensiones ..... 15 años
- Eje montado completo ..... 20 años
- Vinilo exterior ..... 10 años
- Equipo aire acondicionado ..... 15 años
- Equipo CCTV ..... 10 años
- Equipo Video-difusión wireless-lan ..... 10 años
- Equipo de Comunicaciones Tren-Tierra ..... 10 años
- Pavimento ..... 20 años

## 2.6.3 Garantía específica de las piezas de parque

Será de tres (3) años a partir de la fecha del primer montaje en tren.

## 2.6.4 Garantía de productos fungibles

Será de veinticuatro (24) meses. Bajo este epígrafe se englobarán productos tales como, lubricantes, frotadores, contactos de contactores, lámparas, zapatas y elementos de naturaleza semejante.

## 2.7 RECEPCIÓN DEFINITIVA

La Recepción Definitiva se realizará por tren. Un tren saldrá de garantía una vez haya finalizado el periodo de Garantía y durante las cuatro últimas revisiones trimestrales consecutivas se cumple que:

- a) Los valores globales para tren de fiabilidad de servicio e intrínseca del tren son superiores a los ofertados ( que nunca serán inferiores a los definidos en este PCT)
- b) Los valores globales para tren de fiabilidad de servicio e intrínseca del conjunto de trenes de la línea (incluyendo trenes en garantía y fuera de garantía) a la que pertenece el tren son superiores. a los ofertados ( que nunca serán inferiores a los definidos en este PCT)
- c) Los valores de fiabilidad de servicio e intrínseca de todos los subsistemas del conjunto de trenes de la línea a la que pertenece el tren son superiores a los niveles ofertados ( que nunca serán inferiores a los definidos en este PCT)
- d) El valor de disponibilidad del conjunto de trenes de la línea (incluyendo trenes en garantía y fuera de garantía) a la que pertenece el tren es superior al ofertado ( que nunca serán inferiores a los definidos en este PCT)
- e) Son validadas todas las operaciones de mantenimiento definidas en el LCC, incluidas útiles y herramientas necesarias e instrucciones de trabajo.
- f) Ha sido recepcionada toda la documentación y equipos definidos en el pliego de condiciones técnicas.

Los representantes legales del Adjudicatario y FMB formalizarán y firmarán las Actas de Recepción Definitiva de cada Tren. Las partes no podrán denegar sin motivo la firma del Acta de Recepción Definitiva.