



CUENCA
MUNICIPALIDAD

Anexo 12

MATERIAL RODANTE

INDICE DOCUMENTO

1. PRESENTACIÓN GENERAL	15
1.1. MANTENIMIENTO	16
1.1.1. DIRECCIÓN Y REPRESENTANTE DE LA ADMINISTRACIÓN.....	16
1.1.2. PROGRAMA DE TRABAJO DEL MATERIAL MÓVIL.....	17
1.1.3. PLAZOS	17
1.1.4. PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES Y UNIDADES DE OBRA.....	17
1.1.5. RECEPCIÓN Y RECUSACIÓN DE MATERIALES Y PRODUCTOS.....	18
1.1.6. RECEPCIÓN DEL MATERIAL MÓVIL	18
1.2. NORMAS UTILIZADAS	18
1.3. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES	22
2. ENTORNO OPERACIONAL.....	26
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LÍNEA.....	26
2.2. PARADAS	27
2.3. CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA.....	28
2.4. GENERALIDADES	33
2.4.1. CARGAS ADMISIBLES	33
2.4.2. APARATOS DE VÍA	33
2.5. PARÁMETROS DE TRAZADO.....	34
2.6. ANDENES	35
2.6.1. IMPLANTACIÓN DE LOS ANDENES	35
2.6.2. ALTURA DEL ANDÉN	35
2.7. ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA.....	36
2.7.1. DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA.....	36
2.7.1.1. ALTURAS DE CAPTACIÓN	36
2.7.1.2. DESCENTRAMIENTO DE LA LÍNEA.....	36
2.7.1.3. DISCONTINUIDAD DE ALIMENTACIÓN	37
2.7.2. COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA	37

2.7.3.	CONDICIONES ORDINARIAS Y EXTRAORDINARIAS DE CIRCULACIÓN.....	37
2.7.4.	CIRCULACIÓN SIN LÍNEA AÉREA DE CONTACTO.....	38
2.8.	EXIGENCIAS MEDIOAMBIENTALES.....	39
2.8.1.	CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	39
2.8.1.1.	TEMPERATURAS AMBIENTE MEDIAS Y EXTREMAS.....	39
2.8.1.2.	ISOLACIÓN.....	39
2.8.1.3.	MEDIA DE HUMEDAD RELATIVA ORDINARIA.....	39
2.8.1.4.	PRECIPITACIONES.....	39
2.8.1.5.	ALTITUD.....	40
2.8.2.	CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.....	40
3.	EXIGENCIAS FUNCIONALES.....	41
3.1.	EXIGENCIAS DE SERVICIO.....	41
3.1.1.	CAPACIDAD DE TRANSPORTE.....	41
3.1.1.1.	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL TRANVÍA.....	41
3.1.1.2.	CAPACIDAD DEL TRANVÍA.....	42
3.1.1.3.	DEFINICIÓN DE LAS CONDICIONES DE CARGA.....	42
3.1.2.	ARQUITECTURA DEL TRANVÍA.....	43
3.1.2.1.	MODULARIDAD.....	43
3.1.2.2.	INTERCIRCULACIÓN.....	43
3.1.2.3.	EVOLUCIÓN.....	43
3.1.3.	PESO Y CARGA POR EJE.....	43
3.1.4.	PRESTACIONES Y CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO.....	44
3.1.5.	PRESTACIONES EN MODO NORMAL.....	44
3.1.5.1.	VELOCIDAD.....	44
3.1.5.2.	POTENCIA.....	44
3.1.5.3.	ACELERACIÓN.....	44
3.1.5.4.	DECELERACIÓN.....	45
3.1.5.5.	FRENO DE SERVICIO.....	46
3.1.5.6.	FRENO DE URGENCIA.....	47

3.1.5.7. FRENO DE EMERGENCIA	47
3.1.5.8. FRENO DE ESTACIONAMIENTO.....	48
3.1.5.9. FRENO DE RETENCIÓN (HOLDING BRAKE)	48
3.1.5.10. CURVAS DE PRESTACIONES TRACCIÓN/FRENO	51
3.1.5.11. OTRAS CONDICIONES CINEMÁTICAS.....	52
3.1.6. PRESTACIONES EN MODO DEGRADADO.....	52
3.1.6.1. AVERÍA DEL SISTEMA DE TRACCIÓN	52
3.1.6.2. AVERÍA DE UN SISTEMA DE FRENO	53
3.1.6.3. UNIDAD EN VACÍO EMPUJANDO/REMOLCANDO A OTRA UNIDAD EN C0.....	53
3.2. CIRCULACIÓN SIN LÍNEA AÉREA DE CONTACTO.....	54
3.2.1. CONDICIONES DE OPERACIÓN	55
3.2.2. PARADAS, CRUCES Y DETENCIONES	57
3.2.3. CONDICIONES DE CÁLCULO	57
3.2.4. PENALIZACIONES ADICIONALES ASOCIADAS AL TRAMO SIN LÍNEA AÉREA DE CONTACTO	58
3.2.5. SOLUCIÓN/ES TÉCNICAS PROPUESTAS.....	58
3.2.6. AHORRO DE ENERGÍA.....	59
3.2.7. EVOLUCIONES DEL RENDIMIENTO TIPO DEL TRANVÍA	60
3.2.8. TIEMPOS DE PARADA EN ESTACIONES:.....	60
3.2.9. CONSUMO DE ENERGÍA:.....	60
3.3. VIDA ÚTIL	60
3.4. EXPLOTACIÓN.....	60
3.4.1. MODO DE EXPLOTACIÓN	60
3.4.1.1. MODO DE CONDUCCIÓN.....	61
3.4.1.2. REVERSIBILIDAD.....	63
3.4.1.3. RESCATE	63
3.4.1.4. ESTACIONAMIENTO Y GARAJE	64
3.4.2. EXPLOTACIÓN EN RÉGIMEN NORMAL	64
3.4.2.1. CONDUCCIÓN DEL TRANVÍA.....	64

3.4.2.2.	APERTURA DE PUERTAS	65
3.4.2.3.	SISTEMA DE SUPERVISIÓN	70
3.4.2.4.	TELEMANDO DE LAS INSTALACIONES FIJAS	70
3.4.3.	EXPLOTACIÓN EN RÉGIMEN DEGRADADO.....	70
3.4.3.1.	DEFINICIÓN DE LOS RÉGIMENES DEGRADADOS	70
3.4.3.2.	MODOS DE CONDUCCIÓN DEGRADADOS	72
3.4.3.3.	SERVICIO DEGRADADO DE LAS PUERTAS	72
3.4.4.	CABINA DE CONDUCCIÓN.....	74
3.4.4.1.	ERGONOMÍA Y CONFORT	75
3.4.4.2.	VISIBILIDAD.....	78
3.4.4.3.	MANDOS Y CONTROLES A DISPOSICIÓN DEL CONDUCTOR.....	79
3.4.4.4.	INTERFACE CON LOS VIAJEROS.....	81
3.5.	TRANSPORTE DE LOS VIAJEROS	81
3.5.1.	ACCESIBILIDAD DE LOS VIAJEROS.....	82
3.5.2.	ACCESIBILIDAD DEL CONDUCTOR	84
3.5.3.	COMODIDAD	84
3.5.3.1.	ACONDICIONAMIENTO DEL TRANVÍA	84
3.5.3.2.	ASIENTOS, RESPALDOS, BARRAS Y ASIDEROS	86
3.5.3.3.	COMODIDAD DINÁMICA.....	87
3.5.3.4.	COMODIDAD ACÚSTICA	88
3.5.3.5.	COMODIDAD VISUAL.....	89
3.5.3.6.	COMODIDAD CLIMÁTICA	91
3.5.3.7.	COMODIDAD SENSITIVA.....	93
3.5.4.	INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES.....	93
3.5.4.1.	SISTEMAS DE COMUNICACIÓN DEL TRANVÍA.....	93
3.5.5.	DURABILIDAD, FIABILIDAD Y DISPONIBILIDAD	99
3.5.5.1.	DURABILIDAD	99
3.5.5.2.	FIABILIDAD	99
3.5.5.3.	OBJETIVOS DE FIABILIDAD	101

3.5.5.4. DISPONIBILIDAD	102
3.5.5.5. DEFINICIÓN.....	102
3.5.5.6. REQUERIMIENTOS DE DISPONIBILIDAD.....	103
3.5.6. MANTENIMIENTO	103
3.5.6.1. CRITERIOS DE MANTENIMIENTO	103
3.5.6.2. DISPOSICIONES EXIGIDAS	104
3.5.6.3. OBJETIVOS DE MANTENIMIENTO DIARIO	104
3.5.6.4. OBJETIVOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	104
3.5.6.5. OBJETIVOS EN MANTENIMIENTO CORRECTIVO	105
3.5.6.6. FACILIDAD DE LIMPIEZA EXTERIOR	106
3.5.6.7. FACILIDAD DE LEVANTE Y REENCARRILADO.....	106
3.5.6.8. FACILIDAD DE REPERFILADO DE LAS RUEDAS	106
3.5.6.9. ESTANDARIZACIÓN	106
3.5.6.10. AGRUPAMIENTO DE LAS FUNCIONES	106
3.5.6.11. FACILIDAD DE PRUEBA Y COMPROBACIÓN	106
3.5.6.12. ACCESIBILIDAD	107
3.5.6.13. MODULARIDAD	107
3.5.6.14. CAPACIDAD DE EVOLUCIÓN.....	107
3.5.7. SEGURIDAD	108
3.5.8. SEGURIDAD ACTIVA	109
3.5.8.1. FRENOS	109
3.5.8.2. PUERTAS	110
3.5.8.3. DISPOSITIVOS DE ALARMA Y DE EVACUACIÓN	111
3.5.8.4. HOMBRE MUERTO	111
3.5.8.5. LOS AVISADORES SONOROS.....	112
3.5.8.6. LA SEÑALIZACIÓN Y EL ALUMBRADO EXTERIOR.....	112
3.5.8.7. DISPOSITIVOS DE VIGILANCIA DE LOS VIAJEROS EN EL INTERIOR Y AL EXTERIOR DEL TRANVÍA.....	113
3.5.8.8. DISPOSITIVOS RELATIVOS A LA SEGURIDAD DEL CONDUCTOR.....	114

3.5.8.9. LOS LAZOS DE SEGURIDAD	114
3.5.8.10. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	115
3.5.8.11. PROTECCIÓN ELÉCTRICA.....	115
3.5.8.12. ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	115
3.5.8.13. COMUNICACIONES.....	115
3.5.8.14. SEGURIDAD PASIVA	115
3.5.9. CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LOS OBJETIVOS FDMS.....	120
4. EXIGENCIAS PARA EL DISEÑO DEL TRANVÍA.....	123
4.1. ARQUITECTURA GENERAL	123
4.2. ARQUITECTURA Y DISEÑO	124
4.2.1. PERCEPCIÓN EXTERIOR DEL TRANVÍA	124
4.2.2. DISEÑO DEL TRANVÍA	125
4.2.2.1. ASPECTOS GENERALES	125
4.2.2.2. ARQUITECTURA EXTERIOR DEL TRANVÍA.....	125
4.2.2.3. COLOCACIÓN DE LOS EQUIPOS BAJO EL CHASIS	126
4.2.2.4. MODULACIÓN INTERIOR	126
5. INTERFACES FUNCIONALES CON OTROS CONTRATISTAS Y LÍMITES DE SUMINISTRO.....	127
5.1. INTERFACE CON SISTEMAS DE SUMINISTRO EXTERNO	128
5.1.1. INTERFACES COMUNES A TODOS LOS EQUIPAMIENTOS DE SUMINISTRO EXTERNO	128
5.1.2. RADIOCOMUNICACIONES TETRA (SUMINISTRO EXTERNO).....	130
5.1.3. INTERFACES ESPECÍFICAS CON EL SAE – SIV	131
5.1.4. INTERFACES ESPECÍFICAS CON MANDO DE AGUJAS	133
5.1.5. INTERFACES ESPECÍFICAS PARA LA SEÑALIZACIÓN PARA LOS CRUCES Y PRIORIDAD DE PASO.....	134
5.2. INTERFACE CON ELECTRIFICACIÓN	135
5.2.1. INTERFACE CON ENERGÍA	135
5.2.2. INTERFACE CON LÍNEA AÉREA.....	136
6. EXIGENCIAS TÉCNICAS.....	136
6.1. DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA	136

6.2.	DIMENSIONAMIENTO DEL CHASIS DE BOGIE.....	136
6.2.1.	CONDICIONES ESTÁTICAS	138
6.2.2.	CONDICIONES DINÁMICAS	138
6.3.	MÓDULO DE INTERCIRCULACIÓN.....	139
6.4.	ENCARRILAMIENTO DEL TRANVÍA.....	139
6.5.	DISPOSITIVO DE ACOPLAMIENTO	139
6.6.	CONCEPCIÓN DE LOS EQUIPAMIENTOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS.....	139
6.6.1.	PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.....	140
6.6.2.	PROTECCIÓN CONTRA SOBREENSIDADES.....	140
6.6.3.	CAPTACIÓN DE CORRIENTE A TRAVÉS DE LA LAC	141
6.6.4.	RETORNO DE CORRIENTE Y PUESTA A TIERRA.....	142
6.6.5.	DISYUNTOR GENERAL	142
6.6.6.	FILTROS DE ENTRADA	143
6.6.7.	PROTECCIÓN CONTRA TENSIÓN NULA	143
6.6.8.	ONDULADORES DE TRACCIÓN	144
6.6.9.	MOTORES DE TRACCIÓN.....	144
6.6.10.	CONVERTIDORES	145
6.6.11.	BATERÍA.....	146
6.6.12.	MOTORES AUXILIARES	147
6.6.13.	INFORMACIÓN DE VELOCIDAD.....	147
6.6.14.	BUCLES DE SEGURIDAD	148
6.6.15.	APARELLAJE ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	148
6.7.	ELEMENTOS LIGADOS A LA RODADURA, AL FRENADO Y A LA SUSPENSIÓN	150
6.7.1.	CONTACTO RUEDA – CARRIL.....	150
6.7.2.	RUEDAS	150
6.7.3.	SISTEMAS DE REDUCCIÓN.....	151
6.7.4.	ARENEROS	151
6.7.5.	LUBRIFICACIÓN.....	151
6.8.	COMPOSICIÓN DEL TRANVÍA	152

6.8.1.	PARTE DELANTERA	152
6.8.2.	BASTIDOR	152
6.8.3.	TECHO	152
6.9.	EQUIPAMIENTOS HIDRAULICOS Y NEUMÁTICOS	153
6.9.1.	EQUIPAMIENTOS HIDRÁULICOS	153
6.9.1.1.	GENERALIDADES	153
6.9.1.2.	POLUCIÓN Y LIMPIEZA DEL CIRCUITO HIDRÁULICO	153
6.9.1.3.	EQUIPAMIENTOS DE CONTROL Y DE SERVIDUMBRE	154
6.9.1.4.	PRESENCIA DE AIRE EN LOS CIRCUITOS	154
6.9.2.	EQUIPAMIENTOS NEUMÁTICOS	154
6.9.2.1.	PRODUCCIÓN DE AIRE COMPRIMIDO	154
6.9.2.2.	APARATOS Y TUBERÍAS	155
6.9.3.	ESTANQUEIDAD	155
6.10.	PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN	155
6.10.1.	GENERALIDADES	155
6.10.2.	PINTURA	155
7.	EXIGENCIAS RELATIVAS A LA CALIDAD	156
7.1.	PRESENTACION	156
7.2.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	156
7.3.	EXIGENCIAS DE CALIDAD DE LOS ESTUDIOS Y DESARROLLO	156
7.3.1.	DESARROLLO DEL PROYECTO	156
7.3.2.	ANÁLISIS DE FIN DE FASE	157
7.3.3.	REGLAS APLICABLES A LOS DESARROLLOS DE SOFTWARE	158
7.3.4.	IDENTIFICACIÓN Y MARCACIÓN	158
7.3.5.	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE LOS MATERIALES	159
7.3.6.	MANIPULACIÓN, ACONDICIONAMIENTO, ABASTECIMIENTO	159
7.3.7.	SUMINISTRO	160
7.4.	EXIGENCIAS DE CALIDAD DURANTE EL PERIODO DE GARANTIA	161
8.	EXIGENCIAS DE CONCEPCIÓN Y REALIZACIÓN	162

8.1.	RESPONSABILIDADES	162
8.2.	DIRECCION DE LOS ESTUDIOS	162
8.2.1.	PLAN DE ORGANIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS/PROYECTOS	162
8.2.2.	ESTUDIOS DE CONCEPCIÓN	162
8.2.2.1.	GENERALIDADES	162
8.2.2.2.	VERIFICACIÓN DE LA CONCEPCIÓN.....	163
8.2.3.	ESTUDIOS DE EJECUCIÓN.....	163
8.2.4.	MAQUETA Y MONTAJES DE ENSAYO	163
8.3.	CONTROL DE LOS ESTUDIOS POR EL CLIENTE.....	164
8.3.1.	ASISTENCIA DEL CLIENTE	164
8.3.2.	ACEPTACIÓN DEL CLIENTE	164
8.4.	GESTION DE LAS MODIFICACIONES.....	165
8.5.	CONTROL DE LA REALIZACION	165
8.5.1.	CONTROL DE LA FABRICACIÓN	165
8.5.2.	PLAN DE CONTROL.....	165
8.5.3.	EXIGENCIAS DE RAMS (FIABILIDAD, DISPONIBILIDAD; MANTENIBILIDAD Y SEGURIDAD).....	166
8.5.3.1.	EXIGENCIAS DE SEGURIDAD.....	166
8.5.3.2.	ORGANIZACIÓN GENERAL	167
8.5.3.3.	GRUPO DE SEGURIDAD DE FUNCIONAMIENTO	168
8.5.3.4.	DOCUMENTOS A ELABORAR POR EL SUMINISTRADOR DEL MATERIAL MÓVIL.....	168
8.5.3.5.	PLAN DE SEGURIDAD	169
8.5.3.6.	ANÁLISIS ELEMENTAL DE LOS RIESGOS (AER)	169
8.5.3.7.	LISTA DE LAS PIEZAS DE SEGURIDAD	170
8.5.3.8.	INFORME DE SEGURIDAD DEL MATERIAL MÓVIL	171
8.5.3.9.	ACTAS DE CONFORMIDAD.....	172
9.	EXIGENCIAS RELATIVAS AL MANTENIMIENTO	172
9.1.	PTITUDES DEL TRANVÍA PARA EL MANTENIMIENTO.....	172
9.1.1.	SEGURIDAD DEL PERSONAL DURANTE LAS INTERVENCIONES.....	172



9.1.2.	APTITUD A LAS OPERACIONES CORRIENTES.....	173
9.1.3.	APTITUD A LA LIMPIEZA INTERIOR.....	173
9.1.4.	APTITUD AL LAVADO EXTERIOR.....	174
9.1.5.	APTITUD A LAS REPARACIONES DE CHAPA Y PINTURA.....	174
9.1.6.	APTITUD A LA ELEVACIÓN.....	175
9.1.6.1.	DESAGRUPACIÓN DE LAS CAJAS.....	175
9.1.6.2.	DESAGRUPACIÓN DE LOS BOGIES O GRUPOS DE TRACCIÓN.....	175
9.1.7.	APTITUD AL ENCARRILAMIENTO.....	175
9.1.8.	APTITUD AL REPERFILADO DE RUEDAS.....	176
9.1.9.	ESTANDARIZACIÓN.....	176
9.1.10.	REAGRUPACIÓN DE LAS FUNCIONES.....	176
9.1.11.	PRUEBAS.....	176
9.1.12.	ERGONOMÍA.....	177
9.1.13.	ACCESIBILIDAD.....	177
9.1.14.	MODULARIDAD DEL TRANVÍA.....	178
9.1.15.	OPTIMIZACIÓN DEL PARQUE DE PIEZAS DE RECAMBIO Y DE CONSUMO.....	179
9.1.16.	CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN DE LOS COMPONENTES A LA OBSOLESCENCIA.....	179
9.2.	EXIGENCIAS GENERALES DE MANTENIMIENTO.....	179
9.2.1.	DEFINICIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.....	179
9.2.1.1.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	179
9.2.1.2.	MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	181
9.2.1.3.	INTERVENCIONES PARTICULARES.....	181
9.2.2.	REQUERIMIENTO DE MANTENIBILIDAD.....	182
9.3.	PLAN DE MANTENIMIENTO.....	183
9.3.1.	GENERALIDADES.....	183
9.3.2.	CONTENIDO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.....	184
9.3.2.1.	PRECISIONES PARA CADA TIPO DE MANTENIMIENTO.....	184
9.3.2.2.	DOCUMENTOS SUPLEMENTARIOS.....	185

9.3.2.3.	HERRAMIENTAS DE PRUEBAS, DE MANTENIMIENTO Y DE CONSTRUCCIÓN ESPECIFICADAS	185
9.4.	RECAMBIOS Y PIEZAS DE PARQUE	185
9.4.1.	HERRAMIENTAS ESPECIALES	186
9.5.	COSTE DE MANTENIMIENTO	186
10.	EXIGENCIAS RELATIVAS A ENSAYOS Y A LA RECEPCIÓN	186
10.1.	GENERALIDADES	186
10.2.	PLAN DE ENSAYOS	187
10.3.	DEFINICION DE LOS ENSAYOS	187
10.3.1.	ENSAYOS DE MATERIALES Y COMPONENTES	188
10.3.2.	ENSAYOS TIPO (T)	188
10.3.3.	ENSAYOS SERIE (S)	188
10.4.	ENSAYOS ANTES DE LA ENTREGA DEL TRANVÍA	189
10.4.1.	ENSAYOS DE SUB-CONJUNTOS	189
10.4.1.1.	DEFINICIONES	189
10.4.1.2.	CONTENIDO	189
10.4.2.	ENSAYOS ESTÁTICOS DEL TRANVÍA	189
10.4.2.1.	DEFINICIÓN	189
10.4.2.2.	CONTENIDO	190
10.4.3.	ENSAYOS DINÁMICOS EN VÍA	192
10.4.4.	ENSAYOS DE EXPEDICIÓN	192
10.5.	MONTAJE IN SITU	193
10.6.	ENSAYOS DEL TRANVÍA IN SITU	193
10.7.	RECEPCION DEL TRANVÍA	195
10.7.1.	RENDIMIENTO	195
10.7.2.	INFORMES TÉCNICOS, ACTAS DE ENSAYOS	195
10.7.3.	RECEPCIÓN DEL TRANVÍA (RECEPCIÓN PROVISIONAL)	195
10.7.4.	RECEPCIÓN DEFINITIVA	196
10.8.	EXIGENCIAS RELATIVAS A LA FORMACIÓN	196

10.8.1.	GENERALIDADES	196
10.9.	PERSONAL IMPLICADO	197
10.9.1.	PERSONAL DE EXPLOTACIÓN.....	197
10.9.2.	PERSONAL DE MANTENIMIENTO	197
10.10.	PROGRAMA DE FORMACIÓN.....	198
10.11.	MATERIAL DIDACTICO.....	199
10.12.	IDIOMA.....	200
11.	EXIGENCIAS RELATIVAS A LA DOCUMENTACIÓN.....	200
11.1.	CONTENIDO DE LA DOCUMENTACIÓN.....	200
11.2.	DOCUMENTACION DE GESTIÓN DE PROYECTO.....	201
11.2.1.	PARTE 1 : ORGANIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, QUE CONTENDRÁ LO SIGUIENTE:	201
11.2.2.	PARTE 2 : DOCUMENTOS PARTICULARES, QUE INCLUIRÁ:	201
11.3.	DOCUMENTACION DE ESTUDIO Y EJECUCION	202
11.3.1.	ANEXOS DE CÁLCULOS	202
11.3.2.	ANEXOS DE ESTUDIOS RAMS	202
11.3.3.	ESPECIFICACIONES FUNCIONALES	202
11.3.4.	ESPECIFICACIONES FUNCIONALES DETALLADAS	202
11.4.	ANEXOS TÉCNICOS DE MAQUETAS	203
11.4.1.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	204
11.4.2.	DESCRIPCIÓN DE INTERFACES	205
11.4.3.	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS.....	206
11.4.4.	PLANOS DE EJECUCIÓN	206
11.4.4.1.	PLANOS.....	206
11.4.5.	NOMENCLATURAS.....	207
11.4.6.	SOFTWARE	208
11.5.	DOCUMENTACION DE EXPLOTACIÓN	208
11.6.	DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS Y SISTEMAS	209
11.7.	MANUAL DE MANTENIMIENTO.....	209

11.7.1.	DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPAMIENTOS Y ELEMENTOS	210
11.7.2.	INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	210
11.7.3.	MANUALES TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	211
11.7.3.1.	MANTENIMIENTO PALIATIVO EN LÍNEA	211
11.7.3.2.	MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN TALLER	211
11.7.4.	CATÁLOGO ILUSTRADO DE PIEZAS DE RECAMBIO	212
11.7.5.	DOCUMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS PARA ENSAYOS Y MANTENIMIENTO	212
11.8.	DOCUMENTACIÓN DE FORMACIÓN	212
11.9.	PRESENTACION DE LOS DOCUMENTOS	212
11.9.1.	FORMATO	212
11.9.2.	DOCUMENTOS REALIZADOS CON SISTEMAS INFORMÁTICOS	213
11.9.3.	ESTANDARIZACIÓN DE LOS DOCUMENTOS	213
11.9.4.	NUMERACIÓN DE LOS DOCUMENTOS	213
11.9.5.	IDIOMA DE LOS DOCUMENTOS	214
11.10.	ACEPTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN	214
11.11.	PUESTA AL DIA Y DIFUSIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN AL FINAL DE LA GARANTÍA	215
11.12.	ENTREGA DE LOS DOCUMENTOS	215
12.	RECAMBIOS Y PIEZAS DE PARQUE	215
13.	EXIGENCIAS RELATIVAS A LAS GARANTÍAS	219
13.1.	GARANTÍA GENERAL	219
13.2.	GARANTÍAS PARTICULARES SIN CONSIDERAR EL SOFTWARE.....	221
13.2.1.	DURACIÓN DE 6 AÑOS O 400 000 KM.....	221
13.2.2.	DURACIÓN DE 5 AÑOS	222
13.2.3.	DURACIÓN DE 4 AÑOS O 250 000 KM RECORRIDOS	222
13.2.4.	DURACIÓN DE 4 AÑOS	223
13.2.5.	DURACIÓN DE 250 000 KM RECORRIDOS	223
13.2.6.	DURACIÓN DE 3 AÑOS O 200 000 KM RECORRIDOS	224
13.2.7.	DURACIÓN DE 3 AÑOS	224
13.2.8.	200 000 KILÓMETROS RECORRIDOS	225



13.2.9. 6000 HORAS DE FUNCIONAMIENTO	225
13.2.10. 3000 HORAS DE FUNCIONAMIENTO	225
13.3. SOFTWARE	225

1. PRESENTACIÓN GENERAL

El presente pliego se enmarca dentro de los Estudios Complementarios y Proyecto básico de la Red Primaria de Transporte de la ciudad de Cuenca. Tranvía de los Cuatro Ríos y especifica las características y el suministro del material móvil, de las piezas de repuesto (fungibles, reparables y piezas de parque), las herramientas especiales así como los aspectos a considerar para su puesta en servicio, garantías y su mantenimiento.

El número de unidades a suministrar no será inferior a 14.

En la oferta técnica se indicarán detalladamente las características técnicas del material móvil ofertado y la descripción punto por punto y en el mismo orden que se cita en el presente pliego, indicando si se cumplen o no los distintos requisitos y cuya aceptación será decisión de la Administración, así como las aclaraciones y/o ampliaciones que el Ofertante estime oportuno, a fin de expresar con claridad cuáles son las funciones y características del producto ofertado.

Si las ofertas presentadas se refieren o se derivan directamente de un material móvil ya en uso comercial en alguna ciudad se indicará expresamente dicha circunstancia y se aportarán referencias correspondientes al número de unidades suministradas, lugar, tiempo que llevan en explotación los trenes, y sus diferencias con el material móvil a utilizar en el Tranvía de los Cuatro Ríos.

Las características principales del material móvil, dimensiones y rendimiento, tendrán en cuenta la inserción de las líneas por zonas estrechas, en particular para especificar el gálibo y el rendimiento de tracción y frenado para los tramos sin línea aérea de contacto.

Así mismo, la concepción del material móvil y de sus equipos tendrá en cuenta el clima de la ciudad de Cuenca, así como la altitud de la ciudad por encima de los 2.500 m así mismo las condiciones de transporte y acoplamiento de las unidades tranviarias en los Talleres y Cocheras.

El Material Móvil de base tendrá una capacidad aproximada de 300 plazas a 6 personas/m² (aproximadamente 32-34 m de longitud/5 módulos).

El fabricante deberá cumplir con los radios de giro más críticos, longitud de paradas y capacidades establecidas en los presentes estudios.

La lista de repuestos a suministrar definirá los materiales, piezas, conjuntos, subconjuntos, dispositivos, equipos, herramientas especiales que puedan ser necesarias 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:

- Para el conjunto de los fungibles, un suministro para atender el funcionamiento normal del conjunto de los tranvías durante 4 años después de la entrega de la cuarta unidad.
- Para los repuestos de parque, los necesarios para una explotación en condiciones normales durante la vida útil del tranvía.

El material móvil, será de nueva fabricación, y será puesto a disposición en la cantidad y calidad suficiente para garantizar de forma exitosa la circulación comercial en los plazos previstos.

1.1. MANTENIMIENTO

La oferta incluirá, de manera desglosada, el mantenimiento preventivo y correctivo integral para el conjunto de la flota desde el inicio de la operación hasta 4 años después de la fecha de entrega del último vehículo para conseguir una transferencia de conocimiento entre la empresa constructora y la empresa mantenedora en el futuro hasta pasar un ciclo completo de las cadencias de mantenimiento, para que puedan desentenderse de la asistencia técnica del constructor del MR en dichas labores.

1.1.1. Dirección y representante de la Administración

La Administración se reserva el derecho de controlar e inspeccionar por su cuenta o por la contrata inspectora que él mismo designe la ejecución de los trabajos de construcción del Material Móvil, para lo cual designará un representante, que ejercerá de interlocutor entre la misma y el Suministrador, realizando las funciones establecidas en el presente Pliego, pudiendo dar, al efecto, instrucciones de interpretación técnica del contrato. El Representante de la Administración podrá disponer de un equipo técnico para el desarrollo de su actividad conformado en su caso por distintos técnicos especialistas.

Esta supervisión no supondrá ninguna reducción de la responsabilidad del Fabricante en sus actuaciones ni corresponsabilidad del representante de la Administración ni de su equipo de inspección, ya que el Fabricante, será el que, en definitiva, tome todas las medidas pertinentes para la correcta ejecución.

1.1.2. Programa de trabajo del material móvil

El Fabricante estará obligado, a presentar a la Administración un programa de trabajo para la construcción del material móvil en el plazo de un mes desde la notificación de la autorización para iniciar el contrato. El programa de trabajo deberá ajustarse al plazo de ejecución a ofertar.

La Administración resolverá sobre el programa de trabajo en el plazo máximo de los 7 días siguientes a su presentación, pudiendo imponer al programa de trabajo presentado la introducción de modificaciones o el cumplimiento de determinadas prescripciones o hitos, siempre que no contravengan las cláusulas esenciales del contrato.

1.1.3. Plazos

Una primera unidad deberá suministrarse en orden de marcha antes de fin de Diciembre del 2013 para que se inicien las pruebas y formación del personal de la Municipalidad de Cuenca.

Las dos primeras unidades de los vehículos fabricados serán entregados según el Plan de Trabajos del Constructor y el resto de las unidades (mínimas)necesarias para la explotación del Tranvía de los Cuatro Ríos deberá ser suministrado antes del inicio del Protocolo de Seguridad y Pruebas.

Las unidades se entregarán con sus pruebas debidamente completadas y cumplimentadas. La correcta superación de estas pruebas es condición para que se pueda realizar la Recepción Provisional.

El Oferente entregará junto con su oferta una propuesta de calendario de entregas.

1.1.4. Pruebas y ensayos de materiales y unidades de obra

El Fabricante entregará de acuerdo con lo establecido en el pliego de prescripciones técnicas un plan de pruebas a la Administración, integrado en el Protocolo de Seguridad y Pruebas general, que cumplirá con la legislación vigente, y suficiente para obtener los permisos de circulación.

La Administración por sus propios representantes y/o por la contrata de inspección contratada por el mismo, comprobarán el cumplimiento de todas las normas y requerimientos específicamente señaladas en los Pliegos de Condiciones, y todas aquellas otras adicionales que a juicio de la Administración y previo acuerdo con el Fabricante, se considere conveniente para asegurar el funcionamiento de las unidades, con el objetivo de que éstas

se asemejen a la realidad de la explotación, así como para la vigilancia y comprobación de materiales, montajes, fabricación y mano de obra.

En este sentido el Fabricante se compromete a enviar a la Administración para su aprobación, los protocolos de prueba, serie y tipo, a que serán sometidas las unidades en fábrica, y en vía final, y que contemplarán para todos los equipos y circuitos, tanto los procesos operativos, como los valores a obtener y máximos admisibles.

1.1.5. Recepción y recusación de materiales y productos

El Fabricante realizará las necesarias inspecciones técnicas durante el proceso de fabricación. A tal efecto se confeccionará, de común acuerdo una ficha de control, que servirá de base para el control de la calidad y buena ejecución del proceso de construcción. Este apartado se encuentra desarrollado más adelante en el presente documento.

1.1.6. Recepción del material móvil

A la entrega de las unidades en vía con sus correspondientes pruebas superadas, incluidas todas aquellas asociadas a los interfaces del material embarcado del tranvía con el resto de sistemas e infraestructura fija, se procederá a las recepciones provisionales por parte de la Administración de cada unidad según lo definido en el presente PPTP.

1.2. NORMAS UTILIZADAS

A continuación se relacionan las normas que se citan a lo largo del presente pliego. Los Ofertantes podrán proponer si procede otras normas manifestando sus razones y adjuntando una copia de las mismas.

EN 894	Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de los dispositivos de señalización y los órganos de servicio
EN 12299	Aplicaciones ferroviarias. Comodidad de viaje para los pasajeros. Medición y evaluación.
EN 12663	Aplicaciones ferroviarias. Requisitos estructurales de las cajas de los vehículos ferroviarios.
EN 13129	Aplicaciones ferroviarias. Aire acondicionado para el material rodante.
EN 13452	Aplicaciones ferroviarias. Frenado. Sistemas de frenado para transportes públicos urbanos y suburbanos
EN 14750	Aplicaciones ferroviarias. Aire acondicionado para material rodante urbano y suburbano
EN 14752	Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de puerta de acceso para material rodante
EN 15227	Aplicaciones ferroviarias. Requisitos de resistencia a la colisión para cajas de vehículos ferroviarios
EN 15663	Aplicaciones ferroviarias. Definición de las masas de referencia de los vehículos.
UNE 23102	Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Ensayo de no combustibilidad
UNE 23272	Ensayo de relación al fuego de materiales de construcción, según clasificación del uso de los materiales
UNE 23727	Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción.
EN 50121	Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética. Parte 4: Emisión e inmunidad de los aparatos de señalización y de telecomunicación.
EN 50126	Railway applications - The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)
EN 50153	Aplicaciones ferroviarias. Material rodante. Medidas de protección relativas a riesgos eléctricos.
EN 50155	Aplicaciones ferroviarias. Equipos electrónicos utilizados sobre material rodante.
EN 50163	Aplicaciones ferroviarias. Tensiones de alimentación de las redes de tracción.
EN 50206	Aplicaciones ferroviarias. Material rodante. Pantógrafos: Características y ensayos.
EN 15595	Railway applications - Braking - Wheel slide protection
EN 60300	Gestión de la confiabilidad. Parte 3-11: Guía de aplicación. Mantenimiento centrado en la fiabilidad

EN 60812	Técnicas de análisis de la fiabilidad de sistemas. Procedimiento de análisis de los modos de fallo y de sus efectos (AMFE)
EN 61025	Análisis por árbol de fallos (AAF).
ISO 2631	Vibraciones
ISO 3095	Aplicaciones ferroviarias. Acústica. Medición del ruido emitido por vehículos que circulan sobre carriles
ISO 3381	Aplicaciones ferroviarias. Acústica. Medición del ruido en el interior de vehículos sobre carriles.
CEI 60077	Aplicaciones ferroviarias. Equipos eléctricos para el material rodante.
CEI 60571	Electronic equipment used on rail vehicles
CEI 61131	Autómatas programables.
BS 857	Specification for safety glass for land transport
NF F 01-303	EN-Rolling stock. Graphic symbolization of jacking points for lifting and rerailling operations.
NF F 01-305	Matériel roulant ferroviaire - Fiabilité, notions de maintenabilité et de disponibilité
NF F 01-492	EN-Railway rolling stock. Glass bays (windows and other).
NF X 10-702	Density of smoke
NF F 16-101	Railway Rolling Stock Fire Behavior Choice of Materials
NF F 16-102	Railway Rolling Stock Fire Behavior Choice of Materials-Electrical Equipment
NF F 16-103	Railway rolling stock, Fire protection and fire fighting
NF F 19-141	Proceso Pintura
NF F 31-054	Carriage access doors for vehicles intended for use on urban and suburban railways.
NF F 31-119	Railway rolling stock. Behaviour of rolling stock'S seats at static stress, fatigue stress, vibrations stress and shocks stress.
NF F 31-129	Matériel roulant ferroviaire - Vitres de sécurité trempées
NF F 31-250	Materiel-roulant-ferroviaire-verres-feuilletes
NF X 35-002	Spécifications ergonomiques pour la conception des dispositifs de signalisation et des organes de service, anthropométriques de la population masculine et féminine - Mesurages de base du corps humain pour la conception technologique.
NF X 60-010	Mantenimiento

NF X 60-210	Maintenance: rules for presenting and writing the component parts catalogue; principles of coding
NF F 61-010	Règles générales de câblage et de fixation mécanique de l'appareillage
NF F 63-296	Flexible power rubber cables, fuel resistant
NF F 63-808	Conducteurs et cables électriques sans halogènes à isolations et protections d'épaisseur mince -
NF F 63-826	Conducteurs et cables électriques sans halogènes
NF P 90-106	Sols sportifs - Mesure de la glissance d'une surface à l'aide d'un pendule de frottement
NF C 93-700	Composants électroniques sous assurance de qualité - Cartes imprimées - Prescriptions générales.
UIC 510-2	Trailing Stock : Wheels and Wheelsets
UIC 512	Conditions à respecter en relation avec le fonctionnement des circuits de voie et des pédales
UIC 513	Guide pour l'évaluation du confort vibratoire du voyageur dans les véhicules ferroviaires
UIC 515 O	Matériel pour le transport de voyageurs - Bogies - Organes de roulement
UIC 533 OR	Matériel roulant, mise à la terre de pièces métalliques
UIC 541-05	Brakes - Specifications for the construction of various brake parts - Wheel Slide Protection device (WSP)
UIC 565-3	Indications relatives à l'aménagement des voitures aptes également au transport des handicapés dans leurs fauteuils roulants
UIC 611	Règles à observer en vue de l'agrément des locomotives, automotrices et rames automotrices électriques pour leur circulation en service international
UIC 615	Engins moteurs : Bogies et organes de roulement - Dispositions générales
UIC 617-7 OR	Règles concernant les conditions de visibilité à partir des cabines de conduite des matériels de traction électrique

1.3. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES

	Abreviatura	Definición
AER	AER	Análisis elemental de Riesgos
AMDEC	AMDEC	Análisis de los modos de Fallo y sus efectos y sus criticidades
Apoyo isquiático		Asiento estrecho que permite a un viajero estando de pie apoyar la parte baja de su espalda o cadera sobre dicho apoyo.
Articulación		Parte del tranvía que asegura el enlace entre dos módulos del mismo tranvía, incluyendo la circulación en curvas, o en los acuerdos cóncavos y convexos de la vía.
Carga excepcional	C4	Tranvía en vacío listo para funcionamiento con la siguiente carga : + un pasajero por asiento fijo. Los asientos plegables no se cuentan como asientos. + 8 pasajeros de pie por m ² disponible, a parte de los asientos e incluyendo los espacios que proporcionan los asientos plegables. La masa media de un pasajero, con equipaje incluido es de 70 kg.
Carga máxima	C3	Tranvía en vacío listo para funcionamiento con la siguiente carga : + un pasajero por asiento fijo. Los asientos plegables no se cuentan como asientos. + 6 pasajeros de pie por m ² disponible, a parte de los asientos e incluyendo los espacios que proporcionan los asientos plegables. La masa media de un pasajero, con equipaje incluido es de 70 kg.
Carga normal	C2	Tranvía en vacío listo para funcionamiento con la siguiente carga : + un pasajero por asiento fijo. Los asientos plegables no se cuentan como asientos. + 4 pasajeros de pie por m ² disponible, a parte de los asientos e incluyendo los espacios que proporcionan los asientos plegables.

		La masa media de un pasajero, con equipaje incluido es de 70 kg.
Carga en vacío	C0	Tranvía en vacío listo para funcionamiento.
Centro Histórico de Cuenca	CHC	Centro Histórico de Cuenca
CCTV	CCTV	Circuito Cerrado de Television
Electromagnetic Compatibility	EMC	Compatibilidad electromagnética
FDMS	FDMS	Fiabilidad Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad
FENCE	FENCE	Federación Nacional de Ciegos en Ecuador
Fuera de servicio		Tranvía circulando sin pasajeros.
GAP	GAP	Distancia/hueco entre dos puntos determinados
ISMV	ISMV	Ingeniero de Seguridad de Material Móvil
IHM	IHM	Interfaz Hombre máquina
Servicio libre(habilitadas)		Cuando las puertas están en servicio libre (habilitadas) la apertura de las mismas está comandada por los pasajeros. El cierre es automático según una temporización programada tras la bajada del último pasajero.
Línea		Trayecto recorrido por el tranvía para servir al tramo comprendido entre las dos terminales.
Línea aérea de Contacto	LAC	Conjunto de hilos conductores y material de suspensión que asegura la distribución de la energía a los tranvías.
Material Rodante	MR	Material Rodante
Mean Person Time To Repair	MPTTR	Media de hombres por hora de reparación.
Mean Time To Repair	MTTR	Media de tiempos de reparación.
Multifunction Vehicle Bus	MVB	Multifunction Vehicle Bus
Person Mobility Restricted	PMR	Personas con movilidad reducida
PPTP	PPTP	Pliego Particular de Prescripciones Técnicas
Push to Talk	PTT	Pulsar para hablar
Puesto de Control Centralizado	PCC	Puesto de Control Centralizado que asegura la gestión del tráfico de los tranvías en la red.



Fallo no localizado	NFF	Anomalía del servicio no justificada. El tranvía es puesto de nuevo en servicio sin operación de reparación.(Not Fault Found)
Reliability, Availability, Maintainability and Safety	RAMS	Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad
RMS	RMS	Valor Eficaz o cuadrático de un parámetro de vibración
Asiento con asiento abatible		Asiento que en posición sentada ofrece la misma comodidad que los asientos fijos del tranvía (dispone de asiento y respaldo) y que cuando el pasajero se levanta se bate automáticamente para ser usado como apoyo sentado o de pié.
Asiento plegable		Asiento de comodidad reducida y que cuando el pasajero se levanta se bate automáticamente
Sistema de ayuda a la explotación	SAE	Sistema ferroviario que ayuda a los operadores del explotador del tranvía en su trabajo diario
Sistema de información al viajero	SIV	El Sistema de información a los pasajeros comprende las informaciones sonoras y visuales.
Electromagnetic Compatibility	EMC	Emisión Radiada y Conducida
Puesta a tierra	PAT	
Train Communication Network	TCN	



Heating, Ventilation and Air Conditioning	HVAC	
Nivel de motorización		Relación entre el total de las masas adherentes, distribuidas entre ejes motores, y la masa total del tranvía. Este nivel está en función de la carga del tranvía, de su distribución y del número de unidades de tracción en servicio.
Unidad de freno mecánico		Conjunto de aparatos autónomos e independientes que aseguran el freno mecánico en un bogie. Cada rueda dispondrá de una unidad de freno compuesta por disco, pinzas y zapatas. Cada bogie dispondrá de un sistema de control independiente del resto de bogies.
Unidad de tracción		Conjunto de equipamientos y aparatos autónomos e independientes, que a partir de la alimentación de potencia, asegura la motricidad de una o más ruedas del tranvía. Cuando todas las unidades de tracción funcionan simultáneamente, aseguran las funciones normales de tracción del tranvía.
Terrestrial Trunked Radio	TETRA	Red de Radio Terrestre
Train Control Network	TCN	Red Troncal de Tranvía
Tranvía		Es la unidad de base indivisible. Un tranvía está constituido por cajas unidas entre sí por articulaciones y dos cabinas de conducción.
Tranvía disponible		Un tranvía se considera disponible cuando es apto para la explotación.
Vigilancia automática	VACMA	Sistema de vigilancia necesaria para la conducción por un solo agente.
Tranvía en orden de marcha	VOM	Tranvía vacío y dispuesto a entrar en servicio. Se corresponde con la carga C0 más el personal de servicio

2. ENTORNO OPERACIONAL

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LÍNEA

El trazado tiene una longitud total de 10,2 km desarrollados en tres tramos principales: Avenida de las Américas, Centro Histórico de la ciudad y Avenida España.

Avenida de las Américas:

Comienza en el P.K. 0+000, inmediatamente a continuación del Control Sur, conexión entre la Avenida de las Américas y la Avenida Loja. Se desarrolla a lo largo de 3,8 km en vía doble separada por una mediana ajardinada con paradas de andén central hasta su llegada al intercambiador Simón Bolívar, punto en el que ambos ramales toman direcciones distintas hacia el CHC. La vía derecha gira hacia la calle Gran Colombia mientras que la vía izquierda continúa unos 300 metros más para girar a la derecha en la calle Mariscal Lamar.

Centro histórico ciudad:

Este tramo será el que no dispondrá de línea aérea de contacto por lo que los vehículos deberán venir equipados con sistemas que permitan circular por esta zona sin línea aérea de contacto..

El tramo sin línea aérea de contacto es:

- Para vía 1: del 4600 al 7400
- Para vía 2: del 4750 al 7450

El trazado se bifurca de modo que cada sentido de circulación se ubica en calles distintas del CHC. El sentido ida (vía derecha) se desarrolla a lo largo de 3,10 km por la calle Gran Colombia hasta alcanzar la calle Huayana Cápac que constituye la unión de este tramo con la parte final del trazado en la Avenida España. El sentido contrario de circulación (vía izquierda) atraviesa las calles Mariscal Lamar hasta, Mariano Cueva punto en el que gira hacia la plaza cívica para alcanzar la calle Gaspar Sangurima en la que recorre unos 440 metros hasta alcanzar el intercambiador situado en la Chola Cuenca al comienzo del último tramo en la Avenida España. Todas la paradas del CHC son de andén lateral

Avenida España:

La Avenida España constituye el tercer y último tramo del trazado. Al igual que en la Avenida de las Américas se trata de un trazado en vía doble separado mediante mediana ajardinada con paradas de andén central.

En el tramo a partir del PK 9+200 se elimina la mediana y las vías se juntan para cruzar el Río Milchichig por la estructura existente y se vuelve a separar en los últimos 150 m para albergar la última parada del trazado “Parque Industrial” en andén central.

2.2. PARADAS

La tipología de las paradas es de andén central para todas las paradas de la Avenida de las Américas y Avenida España y de andén lateral para las paradas del Centro Histórico de Cuenca.

Por lo general no es necesario hacer modificaciones del entorno de las paradas para conseguir su inserción. A continuación se enumera la situación de las distintas paradas:

Paradas vía 1 Paradas vía 2

Nº	PK	Nº	PK
1	+165,005	1	165.006
2	+771,252	2	775.737
3	1+273,010	3	1.277.495
4	1+859,652	4	1.864.137
5	2+307,318	5	2.314.655
6	2+972,366	6	2.977.044
7	3+384,904	7	3.385.680
8S	3+973,331	8N	3.687.726
9S	4+362,166	9N	4.263.131
10S	4+846,868	10N	4.705.249
11S	5+401,022	11N	5.147.184
12S	5+890,159	12N	5.606.125
13S	6+189,617	13N	6.065.431
14S	6+644,358	14N	6.396.461
16	7+290,629	15N	6.713.441
17	7+742,583	16	7.292.022



18	8+376,066	17	7.743.952
19	8+996,666	18	8.377.434
20	10+115,214	19	8.997.207
		20	10.118.968

2.3. CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA

La circulación se realizará en vías con ancho internacional de 1435 mm, y dispositivos de vía de tipo tranviario.

Pendiente media de trazado

23,2 ‰

Número total de paradas

19 en sentido Avenida España y 20 en sentido Avenida de las Américas.

En zona sin línea aérea de contacto: 6 paradas en la Gran Colombia sentido Avenida España y 7 paradas en Mariscal Lamar sentido Avenida de las Américas

Características del trazado:

Tramo sin línea aérea de contacto 5,5 km (2,7 en vía 1 y 2,8 km en vía 2)

Ancho de vía en recta 1435 mm

Radio mínimo en línea 25 m.

Radio mínimo en Cocheras 20 m

Dado que algunos vehículos tranviarios en proyectos previos diseñados y desarrollados por el diseñador se indican los siguientes sobreanchos de la vía a considerar en las curvas de radio reducido que mejoran la inserción en las curvas. Si el fabricante de material móvil no los considera o prefiere que no se incluyan lo indicará a la dirección de proyecto previamente a las labores de montaje de vía.

- 0 mm para radios superiores a 30 m
- 2 mm en radios <30mts>25 mts.
- 4 mm en radios <25mts>20mts.

Peraltes:

No se disponen peraltes ni en línea ni en estación

Rampas:

Pendiente máxima de trazado: 60,50%

Pendiente media del trazado: 16,3 %

La pendiente máxima a superar por el vehículo será 80%. Para demostrar estas prestaciones se simulará una operación de, parada y arranque seguros, con carga máxima de 6viajeros/ m² y en una longitud equivalente a 500 m horizontales, 500 m con una declividad positiva 80 %, 500 m horizontales, 500 m con una declividad negativa 80 % de forma cíclica, situando las paradas en todas las mesetas y con un tiempo de parada de 20 segundos.

Rampa de peralte máx. : 2,5 mm/m.

Galibos dinámicos para vehículos de 2,65 m (si el fabricante justifica el cumplimiento de la capacidad con un ancho de 2,4 m deberá respetar estos gálidos máximos)

Radio (m)	Tipología	Gálido Dinámico (m)	
		Interno	Externo
20,00	Vía doble	1,719	1,836
25,00	Vía doble	1,657	1,777
30,00	Vía doble	1,616	1,736
40,00	Vía doble	1,566	1,683
50,00	Vía doble	1,535	1,650
70,00	Vía doble	1,501	1,611
90,00	Vía doble	1,482	1,588



Radio (m)	Tipología	Gálibo Dinámico (m)	
100,00	Vía doble	1,475	1,581
200,00	Vía doble	1,451	1,555
300,00	Vía doble	1,446	1,549
500,00	Vía doble	1,457	1,543
1.000,00	Vía doble	1,461	1,539
2.000,00	Vía doble	1,463	1,537
Recta	Vía doble	1,493	1,493

Otros datos:

- Radio vertical mínimo 1000 m (excepcional 500 m)
- Radio mínimo cóncavo 1000 m (excepcional 500m)
- Radio mínimo convexo 1000 m (excepcional 500m)
- Tipo de acuerdo recta-curva: Clotoide en longitud mínima de 12 m.
- Tipo de acuerdo curva- contracurva: Clotoide en longitud mínima de 12 m



Coordinación planta-alzado

Coordinacion Planta / Alzado															
Planta				Alzado				Planta				Alzado			
R < 70				70 < R < 100				100 < R < 200							
PKs	R	Pt%	Kv	PKs	R	Pt%	Kv	PKs	R	Pt%	Kv				
3789,079	50	2,827	-1000	4966,577	100	-1,397	---	3062,607	200	0,770	4000				
3841,088		-3,000		4983,701		-0,900									
6934,904	25	-1,678	2000	5013,701	100	-2,015	---	3123,789	150	-0,904	---				
6963,885		-0,230		5016,788		-0,904									
7181,728	70	0,405	2500	10061,873	100	0,554	-3000	3636,185	150	-3,171	5000				
7231,714		2,418		10068,613		-2,876		3643,323		-2,089					
8456,936	60	-0,425	-50000	X				5452,709	200	-1,917	---				
8470,181		-0,861						5457,507		-1,917					
9860,628	57,9	1,040	2000					5482,758	200	-1,917	---				
9925,477		-1,750						5487,428		-1,917					
X								8419,346	120	-0,425	-50000				
								8426,936		-0,861					
								8500,181	120	-0,425					
								8505,494		-0,861					
X								9410,13	157,90	-5,795	5000				
								9524,242		-5,011					
				9599,251	122,10	-5,827	2500								
9762,457	-5,324														

E
j
e

1

(
V
í
a

D
e
r
e
c
h
a
)



Coordinacion Planta / Alzado															
Planta				Alzado				Planta				Alzado			
R < 70				70 < R < 100				100 < R < 200							
PKs	R	Pt%	Kv	PKs	R	Pt%	Kv	PKs	R	Pt%	Kv				
3829,844	50	2,70	3000	3859,072	100	2,70	3000	3074,254	200	0,77	4000				
3835,072		5,01		3862,208		5,01		3093,513		-0,90					
4120,908	25	2,99	1000	4894,177	80	0,36	1200	3133,513	146	-0,90	---				
4138,076		-2,420		4896,643		-2,58		3181,658							
4193,878	35	-2,42	---	8428,387	100	-0,43	50000	3783,949	150	2,70	---				
4201,665		8435,197		-0,86		3800,695									
4864,420	50	-1,29	2000	8500,482	100	-0,43	50000	3927,540	172,15	5,01	---				
4869,105		0,36		8508,804		-0,86		4034,587							
6645,873	25	-1,11	2500	10051,413	100	0,55	3000	5567,673	200	-2,01	3000				
6672,315		0,81		10058,153		-2,88		5571,684		-3,10					
6752,494	25	0,81	1500	X				5651,178	200	-1,68	---				
6777,213		-2,43						5654,417							
7188,981	70	-0,24	3000					5680,435	200	-1,68	---				
7227,979		2,22						5684,965							
8465,197	60	-0,43	50000					5996,401	200	-1,87	---				
8470,482		-0,86						5998,812							
9856,711	62,10	1,01	2000					6025,962	200	-1,87	---				
9933,078		-1,65						6029,233							
X								6139,125	200	-1,87	10000				
								6143,793		-1,32					
								7069,851	150	-1,62	---				
								7074,328							
								7100,017	150	-1,62	5000				
								7104,140		-0,24					
								9406,61	162,10	-5,16	4000				
								9534,247		-6,05					
								9603,095	120	-6,05	5000				
								9762,922		-5,41					

Materiales de vía:

- Carril:
 - En tramos de vía en el centro y embebida:
 - Carril de garganta RI60N.

- En tramos de vía en zona de mediana y vía verde:
 - Carril UIC 54 Kg/m.

La puesta de vía se prevé del tipo siguiente:

- En la línea, una vía tipo carril embebido, aislada, con carriles de garganta RÍ60N y una vía en césped con carril UIC-54 sobre tacos.
- En los talleres, una vía tipo carril embebido sin aislamiento, con carriles de garganta RÍ60N, excepto para las vías con foso donde será UIC54.

2.4. GENERALIDADES

2.4.1. Cargas admisibles

La vía se dimensionará para un peso total con carga máxima de 12 t por eje.

La carga admisible de 12Tn. por eje es la máxima exigible al fabricante de material móvil, pero que una vez que se disponga del dato real según el tipo de tecnología de alimentación sin catenaria seleccionada, se deberá realizar los ajustes de detalle necesarios de ser el caso, pero sin superar los 12 Tn por eje.

2.4.2. Aparatos de vía

Los aparatos de vía deberán realizarse en carril UIC-54 o RI-60 N según zona de inserción independientemente del valor de la tangente, indicada a continuación:

Aparatos de maniobra:

- Desvíos tg 1/4 R=50 m
- Desvíos tg 1/6 R=50 m



	PK JCA	PK Talón	Desvío		Notas
V.1.	+76,268	---	R=50 Tg=1/6	Brettel	Inicio de línea
	+130,068				
	2+345,858	---	R=50 Tg=1/6	Brettel	Junto desvío cocheras
	2+399,658				
	2+402,152	2+416,131	R=50 Tg=1/4	Desvío	A cocheras
	3+273,196	3+258,196	R=50 Tg=1/6	Escape	Antes separación vías
	7+696,776	7+681,776	R=50 Tg=1/6	Escape	Junto a Terminal Terrestre
	8+964,532	8+949,532	R=50 Tg=1/6	Escape	Junto a Parque
	9+996,325	---	R=50 Tg=1/6	Brettel	Fin de línea
10+029,125					
V.2.	+76,268	---	R=50 Tg=1/6	Brettel	Inicio de línea
	+130,068				
	2+353,195	---	R=50 Tg=1/6	Brettel	Junto desvío cocheras
	2+406,995				
	2+409,123	2+423,102	R=50 Tg=1/4	Desvío	A cocheras
	3+221,856	3+236,856	R=50 Tg=1/6	Escape	Antes separación vías
	7+646,097	7+661,097	R=50 Tg=1/6	Escape	Junto a Terminal Terrestre
	8+912,129	8+927,129	R=50 Tg=1/6	Escape	Junto a Parque
	10+001,200	---	R=50 Tg=1/6	Brettel	Fin de línea
10+034,000					

2.5. PARÁMETROS DE TRAZADO

Características funcionales:

- Velocidad máxima: 60 km/h en zona urbana protegida, 20 km/h en zona urbana peatonal, y 40 km/h en cruces.
- Aceleración transversal: 0,68 m/s².
- Aceleración máxima sin compensar: 1,00 m/s²
- Jerk para la aceleración sin compensar: 0,40 m/s³

2.6. ANDENES

2.6.1. Implantación de los andenes

- La longitud de los andenes será de 40 m. El diseño del material móvil del vehículo ampliado (425 pasajeros y longitud máxima 44 m) tendrá una distancia entre puertas inferior a esta longitud con la holgura necesaria para permitir que el vehículo se detenga en el andén dimensionado.
- El ancho de los andenes será de 4,50 m en las paradas centrales y de 1,6 m en las paradas laterales
- La pendiente máxima en la estación será de 35‰.
- Todas las paradas están en recta o en radio superior a 300 m. El fabricante de material móvil justificará el cálculo de inscripción de su vehículo en curvas de radio igual o superior a 300 m respetando las distancias de eje de vía a andén que aseguren una laguna horizontal igual o inferior a 30 mm en recta.
- La distancia entre el extremo del andén y el eje de la vía es de 1405 mm, para un tranvía de 2,65 m de anchura. Si el fabricante del material móvil justifica la capacidad con un vehículo de 2,4 m de anchura revisará la distancia de andén para cumplir con lagunas iguales o inferiores a 30 mm horizontal.

2.6.2. Altura del andén

La altura del andén queda definida en 300 mm por encima del plano de rodadura.

Los oferentes, 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.

En la oferta se definirán las distancias de eje de vía a andén que aseguren una laguna horizontal igual o inferior a 30 mm en recta y se presentarán las lagunas horizontales resultantes en andenes en curva de radio 1000 m, 400 m y 300 m.

En principio los andenes tendrán una altura sobre cabeza de carril de 300 mm, pero el Oferente 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 +30 y +0 mm (quedando siempre el tranvía por encima del andén).

2.7. ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA

2.7.1. Distribución de energía

La alimentación eléctrica principal es suministrada por puestos denominados subestaciones. La tensión distribuida denominada en lo sucesivo tensión de línea, tiene como valor nominal 750 V, de corriente continua.

El tranvía deberá estar concebido para soportar sin degradación las variaciones de tensión y sobretensiones conforme a las exigencias de la norma EN 50 163.

La línea Aérea de Contacto estará constituida para cada una de las vías por un hilo de cobre de 150 mm² de sección; los tipos de líneas y modos de tendido construidas se precisarán al inicio de la obra en función de la demanda del Contratista de Energía, que en general se adecuarán a lo indicado en la norma UNE-EN 50119.

2.7.1.1. Alturas de captación

Altura del cable aéreo: la altura del cable aéreo puede variar entre 4,50 metros y 6,50 metros sobre la cabeza del carril.

Rampa máxima del hilo de contacto sobre la cabeza del carril: 1:150.

Los gradientes y cambios de gradiente dependerán de la velocidad de los tranvías de acuerdo con la norma UNE-EN 50119.

2.7.1.2. Descentramiento de la línea

Independientemente del tipo de líneas, se realizará un descentramiento de la línea respecto del eje de la vía a nivel de los apoyos con el fin de evitar un desgaste localizado del arco del pantógrafo:

Descentramiento máximo respecto del eje de la vía: +/- 250 mm.

- En alineación recta, este descentramiento se realizará alternativamente, de un lado a otro de este eje con un valor nominal de 200 mm,
- En curva, se ha establecido un descentramiento en los puntos de unión que se desplazarán hacia el exterior de la curva con un valor habitual de barrido en 400 mm, repartiéndose 250 mm hacia el exterior y 150 mm hacia el interior de la curva respecto al eje de la vía.

2.7.1.3. Discontinuidad de alimentación

Los tranvías se diseñarán para, sin merma de sus prestaciones, operar con aisladores de secciones que pueden provocar discontinuidad de alimentación en distancias que pueden alcanzar entre 1 y 20 cm.

2.7.2. Compatibilidad electromagnética

Las unidades deberán respetar las siguientes condiciones de compatibilidad electromagnética:

- Los sistemas de las unidades y todos sus subsistemas deben ser compatibles a nivel electromagnético con su entorno. No debe producirse ninguna emisión susceptible de causar perturbaciones a dispositivos pertenecientes a los usuarios, a equipos de terceras personas instalados cerca de la línea de tranvía, o a la operación normal de servicios de dominio público o privado (radio, TV, telefonía móvil y comunicaciones inalámbricas en general).
- Todo equipo eléctrico o electrónico del tranvía debe poder funcionar satisfactoriamente en presencia de emisiones electromagnéticas ajenas, sean generadas por dispositivos próximos a la línea o sean generadas por los servicios públicos/ privados mencionados en el párrafo anterior.

Si una vez instalado el sistema se detecta que el tranvía está perturbando de alguna manera el entorno o siendo afectado por él, quedará bajo responsabilidad del Suministrador el investigar el problema e implantar las medidas (a su cargo y coste) que eliminen estos efectos sin coste alguno.

Se entregará en la oferta una declaración del cumplimiento de la normativa EN 50121-3-1. (Normativas Aplicaciones Ferroviarias. Compatibilidad electromagnética, Parte 3-1, Material rodante, tren y vehículo completo).

2.7.3. Condiciones ordinarias y extraordinarias de circulación

El vehículo que presente el Oferente deberá poder operar de manera ordinaria en servicio comercial en la línea del Tranvía de los Cuatros Ríos. 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 el apartado “Prestaciones en modo degradado”.

Se asegurará que el tranvía pueda circular con la vía inundada 10 cm de altura en una longitud máxima de 100 m a una velocidad máxima de 5 km/h.

2.7.4. Circulación sin línea aérea de contacto

Debido la integración urbana del tranvía en el Casco Histórico patrimonio de la UNESCO en el trazado del Proyecto el sistema ofertado necesitará un sistema de funcionamiento sin línea aérea de contacto, que permita el paso de la longitud de ese tramo.

Las ofertas presentadas por los Oferentes incluirán una opción obligatoria de solución de circulación sin línea aérea de contacto, incluyendo las descripciones y el impacto en las Instalaciones Fijas que correspondan.

Se podrán presentar hasta dos ofertas con soluciones tecnológicas distintas, y por tanto, distintas ofertas económicas. Las ofertas presentadas deberán poder ofrecer solución completa a las condiciones expresadas en el presente pliego de condiciones y deberán estar definidas completamente a nivel técnico y presupuestario, teniendo en cuenta la operación y el mantenimiento del sistema sin línea aérea de contacto, así como su vida útil y repuestos.

El requerimiento de Circulación sin línea aérea de contacto no podrá suponer en ningún caso ninguna merma a las condiciones de Fiabilidad y Disponibilidad requeridas más adelante. Las prestaciones de Fiabilidad y Disponibilidad requeridas incluyen el tramo sin línea aérea de contacto. En el caso de presentarse diferentes soluciones tecnológicas, la adjudicación definirá la solución elegida que tendrá que cumplir los requerimientos de calidad del servicio (fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad) especificados en el presente pliego.

Asimismo debe incluirse descripción detallada de los trabajos, plazos de implantación, y el coste de las alteraciones necesarias en la infraestructura para dotar al servicio de esta prestación.

2.8. EXIGENCIAS MEDIOAMBIENTALES

2.8.1. Condiciones climáticas

2.8.1.1. Temperaturas ambiente medias y extremas

Media anual de las temperaturas máximas ordinarias (°C)	27,2
Máxima absoluta de la temperatura (°C)	45,0
Media anual de las temperaturas mínimas ordinarias (°C)	9,2
Media anual de las temperaturas mínimas registradas (°C)	-1,7
Mínima absoluta de la temperatura (°C)	-5
Temperatura media anual (°C)	21.9

2.8.1.2. Isolación

Brillo solar medio (horas/mes)	141,5
Horas de sol anuales	1799

2.8.1.3. Media de humedad relativa ordinaria

Media anual de la humedad relativa del aire (%)	68,4
Valor máximo de la humedad (%)	93
Valor mínimo de la humedad (%)	20

2.8.1.4. Precipitaciones

Altura anual de precipitaciones (mm)	878
Días de lluvia media anuales	179
Precipitación media mensual (litros)	73

2.8.1.5. *Altitud*

La altitud media de Cuenca son 2.500 m pero los equipos y el material deberá considerar una altitud de 3.000 m para el cálculo y diseño de los mismos.

2.8.2. **Contaminación ambiental**

Las principales fuentes de polución ambiental en el entorno urbano son:

- Los gases industriales y de escape de los tranvías terrestres, en especial el CO, CO₂, óxidos de nitrógeno y el ozono,
- El polvo de la ciudad y el industrial,
- Polución debida a partículas, fibras y arena en suspensión en el aire,

A efectos del diseño de los equipos y tranvías se tomarán en cuenta los datos siguientes:

- El rango de temperatura de operación será entre -5°C y 45°C ,
- La humedad relativa entre 20% y 93%,
- El tranvía deberá ser plenamente operativo con la vía inundada 4 cm de altura en una longitud de 100 metros.
- Viento (en operación) 20 m/s lateral.
- Altitud 3.000 m sobre el nivel del mar.

Se tomarán todas las precauciones necesarias para preservar al tranvía de toda perturbación en su funcionamiento o desgaste prematuro, especialmente por corrosión, debido a la presencia de niebla salina o polución y polvo en el medio ambiente.

3. EXIGENCIAS FUNCIONALES

3.1. EXIGENCIAS DE SERVICIO

3.1.1. Capacidad de transporte

3.1.1.1. Características geométricas del tranvía

La aptitud del material para circular en curvas de pequeño radio con el menor gálibo dinámico posible se puede mejorar sensiblemente, optimizando la arquitectura del tranvía mediante:

- La posición de los bogies,
- el número y la posición de las articulaciones entre cajas,
- la longitud y redondeado de las cajas y módulos de intercirculación.

Sobre la base de estos elementos, las principales dimensiones del material móvil base son las siguientes:

- Anchura 2,4-2,65 m
- Longitud total: ≤ 35 m
- Altura tranvía: $\square 3,60$ m (partes fijas)
- Altura de captación:, 4,80 a5,75 m (trayecto), 6,10 (cocheras),6,30 (talleres)(apartado 2.5.1.1)
- Altura interior: 2,10 m mínimo en cualquier punto del tranvía a excepción de los umbrales de puerta que serán superiores a 1.95 m.

Se entregará en la oferta una tabla completa de gálibos estáticos y dinámicos. Se cuidará que el gálibo entre la parte más baja del tranvía y el suelo (excepto ruedas) sea igual o superior a 100 mm, en recta, en curva, y en vía plana y con peralte. Se deberán tener en cuenta el resto de las instalaciones que se pueden encontrar en vía, acuerdos verticales, posibilidades de inundación etc

Junto con la tabla de gálibos estáticos y dinámicos del tranvía, se definirá el diseño del andén más adecuado para garantizar la buena accesibilidad y que se cumplan los valores de accesibilidad prescritos en la legislación ecuatoriana .

3.1.1.2. Capacidad del tranvía

La capacidad total del tranvía baseestará en torno a los 290/300 viajeros en carga C3, considerando el peso medio de cada persona de 70 kilos de acuerdo con la EN 15663. El número plazas sentadas sin considerar asientos abatibles será 48.

La arquitectura del tranvía tiene que permitir una ampliación de capacidad y el ofertante indicará los valores de mayor capacidad que podrán obtenerse con su tranvía, indicando las longitudes totales resultantes y las limitaciones, si existen, de inscripción en los radios de curvatura de la línea.

El Oferente deberá entregar los planos y diseños adecuados donde se aprecie claramente el cumplimiento de estas condiciones. Se valorarán soluciones con mejor capacidad de transporte de pasajeros.

Podrán presentarse diversas soluciones en cuanto a la distribución de asientos tratando de conseguir una alta capacidad de transporte y una gran facilidad de entrada y salida de pasajeros.

El vehículo permitirá, en todo lo posible, sin la incorporación de medios auxiliares en el material móvil, el fácil acceso de personas de movilidad reducida o con carritos de bebé, por sus propios medios. Cada unidad dispondrá de al menos dos áreas destinadas a personas con movilidad reducida, accesibles desde ambos costados y adecuadas para el posicionamiento seguro de dos pasajeros en silla de ruedas, permitiendo su acceso a través de las puertas dobles. Los pasajeros PMR se situarán en posición longitudinal al vehículo, y no transversal.

3.1.1.3. Definición de las condiciones de carga

Se considerarán las siguientes:

- C0: tranvía en orden de marcha pero sin pasajeros a bordo.
- C2: carga "Normal": 4 pasajeros de pie por metro cuadrado y todos los asientos ocupados. Sirve para definir la capacidad estándar del tranvía y la capacidad de los sistemas de climatización
- C3: carga "Sobrecarga": 6 pasajeros a pie por metro cuadrado y todos los asientos ocupados. Sirve para dimensionar las características del equipo de tracción y de freno así como el dimensionamiento de carga de los bogies.

- C4: carga “Excepcional”: 8 pasajeros a pie por metro cuadrado y todos los asientos ocupados. Utilizado para los cálculos estructurales y de enganches de acoplamiento.

3.1.2. Arquitectura del tranvía

3.1.2.1. Modularidad

La arquitectura del tranvía se basa en la modularidad, la cual se consigue mediante varios módulos articulados entre sí, que representan los módulos de base. El número, la longitud de los módulos y las articulaciones se llevarán a cabo en función de las soluciones técnicas propuestas por el proveedor del material móvil.

3.1.2.2. Intercirculación

La transición entre los módulos se asegurará mediante una intercirculación que ofrece libre paso de los viajeros y mediante, una continuidad en el aspecto y comodidad.

3.1.2.3. Evolución

Se requiere la posibilidad de aumentar la longitud del tranvía mediante la incorporación posterior de dos módulos adicionales para aumentar la capacidad en carga C3 hasta los 400/410 pasajeros (con un número de plazas sentadas de al menos 68) y una longitud aproximada de 45 m. Se deberán prever las futuras necesidades en el diseño del pantógrafo, protecciones, etc. para circular a futuro en composición de 45 m desde una sola cabina de conducción.

El fabricante de material móvil indicará en su plan de mantenimiento del vehículo las actividades, cadencias y reposiciones necesarias que deberán llevarse a cabo para permitir garantizar los niveles de ruido máximo y vibraciones indicadas en el apartado 3.5.3.4 Comodidad acústica, de modo que la emisión de ruido de los vehículos no aumente debido a un desgaste en los elementos del vehículo, especialmente en lo referente a las bandas de rodadura, ruedas elásticas, reductores y equipos en servicio: ventilación, tracción, aire acondicionado, puertas.

3.1.3. Peso y carga por eje

La carga por eje en situación de carga C4 deberá ser inferior o igual a 120 kN. En general se aplicará la norma UIC 510-2

3.1.4. Prestaciones y características del vehículo

En los siguientes apartados se especifican varias prestaciones de obligado cumplimiento para que el producto ofertado se considere adecuado para su suministro. Todos los valores, salvo que se indique lo contrario, se refieren al tranvía sobre una vía seca, limpia y en horizontal, alimentado a 750 Vcc, con el valor de carga de C3 (6 personas/ m²) y con las ruedas semi-usadas.

3.1.5. Prestaciones en modo normal

3.1.5.1. Velocidad

En condiciones de servicio normal, con las ruedas semi-usadas y con el tranvía en ocupación máxima (6 PAS/m², C3) el tranvía podrá alcanzar de manera habitual y permanente una velocidad de al menos 70 km/h.

En playas de vías en talleres, maniobras de acoplamiento y túneles de lavado, el tranvía debe disponer de un sistema que con su activación por el conductor, permita limitaciones automáticas, siendo la velocidad mínima de limitación de 1Km/h, con el objeto de poder realizar maniobras de aproximación con toda seguridad.

No obstante a la velocidad de servicio normal antes citada, el vehículo podrá circular a una velocidad del 15% superior, permanentemente, sin que se produzca inestabilidad, envejecimiento prematuro de sus componentes ni deterioro en ninguna de sus partes y equipos. Los equipos, prestaciones, curvas características, etc.... se diseñarán y entregarán para este valor superior de velocidad.

3.1.5.2. 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.

Se definirá la potencia específica en régimen continuo en tara, carga normal y carga extraordinaria.

3.1.5.3. Aceleración

La aceleración media nominal requerida al material móvil por construcción es de 1.2 m/s². Dicha aceleración debe poderse utilizar para toda la gama de velocidades entre 0 y 35 km/h. Será aceptable un valor inferior (mínima aceleración media 0.50 m/s²) en la gama de

velocidades entre 35 y 70 km/h. Si por algún motivo se oferta una aceleración inferior, deberá justificarse debidamente.

A partir de la velocidad máxima nominal del tranvía (70 km/h) se dispondrá de una aceleración residual de 0.2 m/s² como mínimo.

El jerk nominal a considerar será 0.8 m/s³ (considerado tanto para el tirón de arranque como para los cambios de aceleración)

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

- Jerk: Entre 0.6 y 1m/s³
- Aceleración: Entre 0.8 y 1.2 m/s²

Asimismo, deberán realizarse estudios de adherencia que justifiquen la obtención de tales prestaciones sin que se produzcan patinajes, incluyéndose los valores de los coeficientes de adherencia adoptados en función de las velocidades, valores que deberán cumplir las especificaciones de la ficha UIC 615.

3.1.5.4. *Deceleración*

Para reducir la velocidad cuando el tranvía está en movimiento se dispondrá de tres frenos distintos, el de servicio, el de urgencia y el de emergencia, cuyas prestaciones mínimas se especifican a continuación. En general y en adición a lo aquí descrito, deberá cumplirse de manera completa y correcta la normativa UNE-EN 13452-1 “Aplicaciones Ferroviarias. Frenado, Sistemas de freno para transportes públicos urbanos y suburbanos”

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

Se especifican los principales puntos de esta normativa a continuación:

- Las unidades de tranvía deben disponer de al menos tres sistemas de freno independientes, de forma que el fallo o pérdida de uno de ellos no afecte al funcionamiento de los otros. 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 tranvía estacionada, a carga excepcional C4 y en la pendiente máxima 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 tranvía detenida, en carga excepcional C4 y en la pendiente máxima 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.
- 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 Administración.

El Suministrador presentará declaración de cumplimiento de las anteriores prescripciones en su oferta.

3.1.5.5. Freno de servicio

El freno de servicio debe poder proporcionar una deceleración media de 1.25 m/s² bajo cualquier condición de operación (carriles secos ó mojados, tranvía en tara o en carga excepcional,...), en vía recta y en horizontal.

Constará de dos sistemas de freno, especificados a continuación:

- El freno eléctrico regenerativo: El freno de servicio inyectará la energía recuperada del frenado en su sistema de autonomía, si lo hubiera, o en un tercer carril si lo hubiera y la tecnología lo permita y/o en sus propios equipos auxiliares. En el caso de alcanzarse la máxima capacidad de almacenamiento, entonces la energía se inyectará en la catenaria, para que pueda ser utilizada por otros tranvías que estén en proceso de arranque. Todo el exceso de energía que no se pueda recuperar para el sistema de autonomía si lo hubiera o la catenaria, o en si lo hubiera un tercer carril, se disipará en reóstatos instalados en el tranvía. Tales reóstatos estarán dimensionados para poder resistir un frenado máximo reostático permanente. El freno eléctrico se considerará como freno principal del tranvía.

- El freno mecánico: en caso de fallo de freno eléctrico, el freno mecánico tendrá la capacidad necesaria para permitir continuar el servicio hasta poder regresar a cocheras sin pérdida de prestaciones ni deterioro o funcionamiento anormal de ninguno de sus órganos.

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

3.1.5.6. Freno de urgencia

Habrà de ser capaz de garantizar una deceleración media regulable entre 1,8-2,4 m/s². El valor óptimo se definirá durante las pruebas dinámicas.

Se basará en el uso combinado de un sistema de freno electrodinámico, un sistema de freno mecánico y freno electromagnético de vía, independiente de la adherencia rueda-carril.

El sistema de freno electromagnético de vía precisará de aportación de energía de baterías para su funcionamiento.

Los órganos de mando de este tipo de freno serán tales que no podrán aplicarse de manera inconsciente y el uso del frenado de urgencia quedará grabado en la caja negra del tranvía.

El freno de urgencia se accionará por medio del manipulado de tracción/freno en su posición final de freno.

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

En el caso de que se aplique el freno de urgencia sin una solicitud del maquinista (apertura de lazo de freno), no se accionará el freno electromagnético.

3.1.5.7. Freno de emergencia

El tranvía dispondrá de un freno de emergencia caracterizado por un nivel de seguridad más elevado que el del freno de servicio y que el de urgencia. El freno de emergencia es aportado por el freno electrodinámico, el freno de fricción y por los patines

electromagnéticos. Las prestaciones del freno de emergencia serán función de la carga variando entre 2,4 y 3,0 m/s² dependiendo si la unidad se encuentra en C3 ó C0.

El freno de emergencia garantizará una deceleración mínima superior a 1,2 m/s² incluso en caso de un fallo simple de cualquier elemento principal o fallo de todos los sistemas de alimentación de la unidad.

El freno de emergencia se acciona por medio de un dispositivo enclavado tipo “seta” situado en una posición accesible por el conductor sentado.

3.1.5.8. Freno de estacionamiento

La unidad irá equipada con un freno de estacionamiento capaz de mantener parada una unidad en C4 (8 personas/m²) en tramos de pendiente máxima de la línea (8%), durante un tiempo ilimitado.

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

3.1.5.9. Freno de Retención (Holding Brake)

El freno de Retención será capaz de retener el tranvía parado en una pendiente del 8% en condiciones C4.

El principal objetivo de este freno es el de retener el tranvía una vez que esta parado.

Si el manipulador demanda un esfuerzo de freno mientras el de Retención está activo, se deberá aplicar el esfuerzo mayor entre los dos.

Para poder mover el tranvía (en pendiente u horizontal) el freno de Retención ha de ser liberado. Si el tranvía está en una pendiente, el esfuerzo de retención retendrá el tranvía hasta que sea capaz de traccionar sin retroceso.

En los casos en que la aplicación de un determinado sistema de frenos de acuerdo a la norma EN13452-1 en un modo determinado sea opcional, se indica entre paréntesis la solución aplicada.

- (1) solo según necesidades por falta de capacidad del freno dinámico (blending)
- (2) solo en caso de actuación de las protecciones antideslizamiento

El Suministrador presentará en su oferta una tabla resumiendo las anteriores prescripciones en su oferta similar a la que se adjunta a continuación.

PRESTACIONES DE FRENADO (ejemplo orientativo)

Tipo de freno	Origen Demanda Freno	Condición de Velocidad	Antibloqueo Electrico	Antibloqueo Hidraulico	Compensación de carga Electrico	Compensación de carga Hidraulico	Arena	Electrodinamico	Fricción	Patín electro Magnetico	Deceleración	Coches Motores	Coches remolques
Freno de Servicio	MANIPULADOR 0-100%	<XXkm/h	SI	SI	SI	SI	NO	Regulable hasta 100%	ZZ a 0 Km/h	NO	1,2m/s ²	Electrico (Blending) Hidráulico a menos de ZZ Km/h	Electrico (Blending) Hidráulico a menos de ZZ Km/h
	MANIPULADOR > 75%	>XXkm/h	SI	SI	SI	SI	NO	Regulable hasta 100%	ZZ Km/h y 75% de manipulador	NO		Hidráulico+ Electrico	Hidráulico+ Electrico
Freno de Urgencia	MANIPULADOR Posición Urgencia		SI	SI	SI	SI	SI	Regulable hasta 100%	Regulable hasta 100%	SI	2,4 m/s ²	Hidráulico+ Electrico + Patines	Hidráulico+ Electrico + Patines
Freno de Urgencia	Inversor en 0; H.muerto; Tirador de Alarma; BY-PASS Vel. Cero;Fallo Grave Comunicaciones; ROLL-BACK., ETC		SI	SI	SI	SI	SI	Regulable hasta 100%	Regulable hasta 100%	NO	1,9 m/s ²	Hidráulico+ Electrico	Hidráulico+ Electrico
Freno de Emergencia	Seta de Emergencia Pupitre		SI	NO	SI	NO	SI	100%	Valor Fijo Tarado en Electrovalvula	SI	3 m/s ²	Hidráulico+ Electrico + Patines	Hidráulico+ Electrico + Patines

3.1.5.10. Curvas de prestaciones tracción/freno

En sus ofertas los suministradores presentarán por lo menos las siguientes curvas:

- Velocidad-tiempo
- Aceleración-velocidad
- Esfuerzo de tracción-velocidad
- Deceleración-velocidad
- Deceleración-tiempo
- Esfuerzo de freno-tiempo
- Esfuerzo de freno -velocidad
- Intensidad de línea-velocidad
- Resistencia al avance-velocidad
- Esfuerzo/Corriente en función de la tensión de línea

Cuando aplique, se deberán representar de forma separada el freno eléctrico, mecánico y electromagnético.

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

- Frenado de servicio
 - Frenado de urgencia
 - Frenado de emergencia
 - C0 (Tara)
 - C2 (4 PAS /m²)
 - C3 (6 PAS/ m²)
 - C4 (8 PAS/ m²)
 - Pendiente 0%
-

- Pendiente 2,7%
- Pendiente 6,0 %
- Pendiente 8,0 % (pendiente máxima de diseño)

3.1.5.11. Otras condiciones cinemáticas

El tranvía dispondrá de funciones antipatinaje / antibloqueo, que permitirán al tranvía alcanzar en condiciones normales los valores cinemáticos y dinámicos antes citados. Tanto en la fase de tracción como en la de frenado, se tendrá en cuenta la adherencia máxima disponible.

El fabricante de material móvil justificará adecuadamente los cálculos de adherencia incluyendo el uso e instalación de areneros (descritos más adelante en el presente pliego), aunque los valores cinemáticos y dinámicos antes mencionados (apartado de prestaciones) deben poder alcanzarse sin la utilización de los mismos.

3.1.6. Prestaciones en modo degradado

Se entiende por modo degradado el funcionamiento con alguno de los sistemas en fallo.

Los equipos de tracción-freno del tranvía se deberán dimensionar de manera que aunque haya un fallo en alguno de los equipos, el tranvía pueda seguir prestando servicio. Se seguirán las siguientes guías:

3.1.6.1. Avería del sistema de tracción

Un tranvía con una cadena de tracción fuera de servicio deberá ser capaz de arrancar en rampa máxima (8%) con C4 (8 personas/m²), y poder completar su itinerario comercial (aceleración mínima de arranque 0,1 m/s²).

Para una pendiente del 6% deberá suministrarse una aceleración mayor o igual que 0,2 m/s².

Este tipo de fallo no deberá suponer ningún aumento en las distancias de frenado, y si para cumplir este requisito, fuera necesario limitar la velocidad, se deberá indicar tal hecho y la velocidad límite a respetar será una velocidad no menor de 40 km/h. 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.

3.1.6.2. *Avería de un sistema de freno*

Un tranvía con un bogie o un sistema de freno (usando el caso más desfavorable de los dos) fuera de servicio deberá, aceptando una reducción de velocidad de como máximo hasta 40 km/h, mantener en los mismos márgenes sus distancias de frenado.

Los frenos tomados de manera independiente garantizarán:

- El freno eléctrico regenerativo debe asegurar una deceleración media de 0.8 m/s² hasta una velocidad inferior a 10 km/h.
- El freno electromagnético debe asegurar, sin ayuda del freno mecánico, una deceleración de 0,5 m/s².

3.1.6.3. *Unidad en vacío empujando/remolcando a otra unidad en C0*

Esta situación de modo degradado se da cuando es necesario que un tranvía empuje o remolque a otra unidad sin tracción ni freno. Se considerará el tranvía remolcado en tara.

Las prestaciones en tracción serán tales que se pueda efectuar con seguridad esta operación por la máxima rampa y pendiente (8%) hasta el final de la línea o punto de la línea en que se prevea su sustitución.

Para este modo degradado, se incluirán en la oferta 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 (servicio, urgencia) y emergencia para pendientes de 0, 2,7 %, 6 % y 8%.

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

- Velocidad-tiempo
 - Aceleración-velocidad
 - Esfuerzo de tracción-velocidad
-

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

Cuando aplique, se deberán representar de forma separada el freno eléctrico, mecánico y electromagnético.

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

- Frenado de servicio
- Frenado de urgencia
- Frenado de emergencia
- Tara
- C2 (4 PAS /m²)
- C3 (6 PAS/ m²)
- C4 (8 PAS/ m²)
- Pendiente 0%
- Pendiente 2,7%
- Pendiente 6,0 %
- Pendiente 8,0 % (pendiente máxima de diseño)

3.2. CIRCULACIÓN SIN LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

El tranvía ofertado dispondrá de un sistema de funcionamiento sin auxilio de línea aérea de contacto.

En función de la tipología del sistema, si éste requiriera de puntos de recarga, las paradas intermedias el tiempo comercial previsto de estas paradas es de 30 segundos máximo. Dichas recargas deberán realizarse de modo seguro para el material, los agentes de operación y los usuarios de la vía pública y del transporte tranvía.

El valor de las frecuencias de servicio de la línea, será el que se usará para los cálculos presentados por el oferente sobre la vida útil de los sistemas tecnológicos ofertados para circular en vías sin línea aérea de contacto. No será aceptable un ciclo de vida útil inferior a 7 años en las mencionadas condiciones.

En cada sección del trayecto que deba ser recorrido al amparo de un sistema tecnológico que permitan movimientos sin línea aérea de contacto, el tranvía ha de ser capaz de efectuar una parada total de 90 segundos y un posterior arranque. Dicha operación podrá realizarse también con un tranvía remolcando a otro, ambos en tara.

Con carácter reservado para el licitador, las características del sistema deberán ser compatibles con nuevas adaptaciones al trazado de dicho sistema, que podría ser aplicado de forma añadida a otras zonas singulares de similar longitud, sin disminución de características y/o vida útil del sistema en términos razonables. En el caso de que la introducción de la/s mencionadas extensiones fuese posteriormente ampliada, y excediese notoriamente las prestaciones instaladas conforme a los requerimientos de la zonas singulares planteadas en su inicio, su dimensión en energía disponible podría ser alterada previo acuerdo con el licitador, exclusivamente en cuanto a la capacidad del sistema, no en cuanto a su naturaleza y solución técnica.

3.2.1. Condiciones de operación

En el anexo 1 se incluyen las características geométricas y la posición de las paradas que están incluidas en el tramo sin línea aérea de contacto.

El tramo sin electrificar es:

- Para vía izquierda: del 4600 al 7400
- Para vía derecha: del 4750 al 7450

La zona sin línea aérea de contacto (casco Histórico) deberá poderse franquear en una horquilla de velocidades entre 10 y 30 km/h. Será necesario considerar el caso más desfavorable en cada uno de los supuestos.

La disponibilidad de la explotación durante la operación sin línea aérea de contacto requiere:



- La operación en los tramos sin línea aérea de contacto debe poder ser repetitiva con una cadencia de hasta 2 veces en un lapso de quince minutos de forma continua durante 10 horas.
- El valor de las frecuencias de servicio de la línea, será el que se usará para los cálculos presentados por el oferente sobre la vida útil de su sistema sin línea aérea de contacto. No será aceptable un ciclo de vida útil inferior a 7 años en las mencionadas condiciones.
- Deberá garantizarse el funcionamiento de la totalidad de la potencia de climatización y el resto de auxiliares funcionando en modo normal.
- El sistema ha de permitir la climatización del vehículo sin mermas en potencia superiores al 50% de su capacidad en la zona sin línea aérea de contacto. Asimismo debe mantenerse la climatización de la cabina de conducción.
- La velocidad máxima será de 30 km/h. La aceleración en arranque no será menor a 0.95 m/s², garantizándose una aceleración residual mínima de 0.8 m/s² a una velocidad de 20 km/h. Se valorará muy positivamente la mejora de estos valores
- El resto de sistemas (información al viajero, comunicación tren-tierra, alumbrado de emergencia, etc) deberán funcionar de forma convencional por lo menos durante una hora bajo estas condiciones, deben asimismo garantizarse 4 ciclos de apertura y cierre de las puertas del tranvía.
- En cada sección del trayecto que deba ser recorrido al amparo de un sistema sin línea aérea de contacto, el tranvía ha de ser capaz de efectuar una parada total de 90 segundos y un posterior arranque. Dicha operación podrá realizarse también con un tranvía remolcando a otro, ambos en tara.
- Deberá aportarse suficiente probada experiencia de explotación comercial de las soluciones propuestas con características de potencia y energía similares, o que superen a las especificadas en los Pliegos.
- Con carácter reservado para el licitador, las características del sistema deberán ser compatibles con nuevas adaptaciones al trazado de dicho sistema, que podría ser aplicado de forma añadida a otras zonas singulares de similar longitud, sin disminución de características y/o vida útil del sistema en términos razonables. En el caso de que la introducción de la/s mencionadas extensiones fuese posteriormente

ampliada, y excediese notoriamente las capacidades instaladas conforme a los requerimientos de la zonas singulares planteadas en su inicio, su dimensión en energía disponible podría ser alterada previo acuerdo con el licitador, exclusivamente en cuanto a la capacidad del sistema, no en cuanto a su naturaleza y solución técnica.

- El paso de zona de alimentación vía línea aérea de contacto a la zona sin línea aérea de contacto será completamente automática y transparente para el conductor que, no obstante, estará debidamente informado de tanto la correcta como la incorrecta ejecución de la maniobra de cambio de modo (por ejemplo subida y bajada del pantógrafo). Se tratará de igual forma la maniobra de recarga en las paradas, en el caso de que ésta fuera necesaria.
- Las prestaciones en modo degradado serán las definidas en el apartado 3.1.6

3.2.2. Paradas, cruces y detenciones

Se considerará que en cada trayecto ocurrirán las siguientes paradas intermedias:

- Parada comercial de 30 segundos en las paradas indicadas en el apartado 2.1.
- 1 cruce viario sin preferencia semafórica que circunstancialmente podrían provocar una detención por pérdida de prioridad semafórica frente al tráfico rodado (90s de detención cada una).
- Una parada intempestiva de 30s en cada una de las interparadas causadas por peatones, vehículos e imprevistos.

3.2.3. Condiciones de cálculo

Las condiciones de cálculo deben ser las siguientes:

- Se deberá ser capaz de prestar servicio en el trayecto especificado en régimen permanente si bien la simulación se realizará entre las paradas 1 y 5, repitiendo 3 veces dicho trayecto.
- La parada en las estaciones intermedias será de 30 segundos y en las estaciones extremas del trayecto simulado será de 90 segundos.
- La simulación se realizará con carga máxima de pasajeros según Pliego de Condiciones.

- Se simulará el rescate de un tranvía vacío, averiado en pleno trayecto, clarificando las condiciones mínimas necesarias de reserva de energía de la unidad remolcadora
- La simulación se realizará con los valores de aceleración y freno máximos especificados en el Pliego de Condiciones.
- Se calculará el valor de la energía consumida en tracción y auxiliares por separado.
- El consumo de energía de auxiliares se calculará con los siguientes criterios:
- Auxiliares necesarios para el funcionamiento normal del tranvía.
- Aire acondicionado a máxima potencia. (suponiendo la máxima temperatura exterior indicada en el Pliego de Condiciones).

3.2.4. Penalizaciones adicionales asociadas al tramo sin línea aérea de contacto

Debido a la sensibilidad de la línea a una detención que fuerce el paro completo del servicio hasta que se realice un rescate en la zona sin línea aérea de contacto, dichas detenciones y rescates se tratarán a nivel de fiabilidad y disponibilidad en la verdadera magnitud que impactan al operador, es decir, teniendo en cuenta todos los trenes que no han podido circular debido a dicha avería.

3.2.5. Solución/es técnicas propuestas

Como mínimo, las ofertas incluirán:

- Descripción funcional y técnica de la solución propuesta (ó soluciones), incluyendo información de potencia máxima/energía máxima y la curva de tracción (esfuerzo vs velocidad) en carga máxima y sin auxilio de catenaria. Se informará de si es una solución ya en funcionamiento comercial o en pruebas en la actualidad o, en caso contrario, la fecha estimada prevista para su disponibilidad.
 - Estimación de las prestaciones que suministrará el sistema. Viabilidad de satisfacer el franqueamiento de todo el tramo especificado con las condiciones de explotación descritas anteriormente (o incluso indicar si el sistema proporciona prestaciones superiores, como posibilidad de mejorar las condiciones de confort). Se incluirá una simulación de tiempos de trayecto y consumo de energía en una línea teórica formada por el trayecto especificado.
 - Caso de no preverse su completo cumplimiento, especificar sus limitaciones estimadas. (Máxima distancia franqueable, etc).
-

- Relación de los requerimientos que el sistema implica (necesidad de puntos de recarga, sistemas de seguridad, modo de implantación, homologaciones que pudieran ser necesarias, etc...)
- Vida útil del sistema: Estimación del coste anual por renovación del material embarcado y/o de la infraestructura que requieran una periódica sustitución.
- Declaración expresa de que el sistema sin línea aérea de contacto, así como sus costes de implantación en la infraestructura y en el material móvil, así como los costes de mantenimiento y renovación quedan incluidos en la Oferta Económica.
- Declaración expresa de que el sistema de circulación sin línea aérea de contacto no implica ninguna reducción en los compromisos FDMS y de Calidad del Servicio Contractuales.

3.2.6. Ahorro de energía

El sistema de suministro de energía al tren deberá contar con aquellas prestaciones vinculadas a desarrollos tecnológicos de innovación, que puedan producir, de forma fehaciente y probada, la regeneración energética en los procesos de frenado de tren, valorándose de forma muy positiva los niveles de ahorro energético alcanzables.

En el tramo sin línea aérea de contacto los vehículos deberán ir conectados a una fuente de energía, bien sea acumulada en el propio vehículo, bien sea a través del 3er carril, por lo tanto todos son propensos a poder regenerar energía.

La regeneración de energía no es restrictiva y además en el tramo con línea aérea se valora este aspecto para garantizar ahorros de consumos

Para poder comprobar el buen funcionamiento de este sistema de ahorro de energía el Interfaz Hombre Maquina del conductor mostrará visualmente los valores de esfuerzos de tracción, intensidad de línea a cada momento, potencia y energía absorbida de línea, potencia y energía cedida a la línea, potencia y energía absorbida por el sistema de ahorro y potencia y energía cedida por el sistema de ahorro, además del estado de los diferentes elementos, incluido el propio sistema de ahorro de energía.

El tranvía dispondrá de “Modo Noche” que a demanda desde el Interfaz Hombre Maquina, mantendrá la capacidad de la Unidad de Tracción de traccionar de forma inmediata, desconectando el mayor número de equipos posible (p.ej. alumbrado, climatización, ventilación, Sistema de Información al Viajero, etc.), para de este modo, ahorrar energía en

las situaciones de reserva o lavado, y disminuir en la medida de lo posible, la contaminación acústica en depósitos y estaciones.

3.2.7. Evoluciones del rendimiento tipo del tranvía

El coeficiente de motorización y los esfuerzos de frenado deberán adaptarse a todas las evoluciones de la capacidad de transporte del tranvía, para así garantizar el nivel de rendimiento especificado para el tranvía base. El suministrador incluirá en la oferta las curvas de esfuerzo, velocidad para tracción y freno de todos los casos anteriormente descritos.

3.2.8. Tiempos de parada en estaciones:

Para los cálculos de la velocidad comercial y de la simulación de los tiempos de recorrido, se tendrá en cuenta un tiempo medio de parada en estación de 30s para las zonas sin línea aérea de contacto y de 20 segundos en el resto. En sus cálculos, el constructor también tomará en cuenta el tráfico de automóviles.

3.2.9. Consumo de energía:

El Ofertante deberá calcular el consumo de energía en un viaje tipo y luego demostrarlo en los ensayos.

3.3. VIDA ÚTIL

Se le solicita al material móvil a suministrar una vida útil de 30 años, considerando un kilometraje anual de 70.000 km.

3.4. EXPLOTACIÓN

3.4.1. Modo de explotación

En el presente apartado y sus subapartados siguientes se definen las necesidades funcionales para la explotación y conducción a respetar.

La conducción será realizada por un único conductor, y el tranvía 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, un pedal instalado en el suelo o cualquier otra instalación equivalente funcionalmente y a nivel de seguridad. Como mínimo deberá cumplir con la norma UIC 641.

Así mismo se implementará la funcionalidad de “Hombre Muerto dinámico”, el cual variará los tiempos de respuesta por parte del conductor en función de la velocidad del Tranvía.

3.4.1.1. *Modo de conducción*

Sólo es 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

El conductor del vehículo tendrá a su disposición varios modos de conducción distintos:

- **Conducción Manual:** el manipulador se comportará como demanda de esfuerzo de tracción/freno. Los equipos de tracción y freno en función de esta demanda reaccionarán consecuentemente aplicando esfuerzo de tracción o esfuerzo de freno. Por defecto, el tranvía adoptará el modo conducción manual.
- **Conducción en modo lavado:** este modo será empleado para la realización de maniobras de lavado de la unidad. Se trata de un caso especial del modo manual con una limitación de velocidad de 1km/h +0,5km/h. La selección de este modo se podrá realizar desde un pulsador virtual.

El tranvía podrá utilizar cualquiera de los dos tipos de máquinas de lavado existentes en el mercado:

Lavado estático (Tranvía está quieto y se mueve la máquina de lavar) ó lavado mixto, en el que el tranvía se detiene para que se laven los testeros y el tranvía avanza “al paso” para lavarse los laterales del vehículo.

Las características de la opción mixta son:

- menos gasto en obra civil (en la opción mixta, solo se montan carriles de guiado en una longitud de 8 mts. En la opción estática hay que montar carriles a lo largo de toda la longitud del tranvía más largo posible)
- menos tiempo de lavado.
- La opción mixta, exige un par de condicionantes:
 - Velocidad de lavado máxima entre 0,5 y 2 Km/h

- Lavar con tensión en catenaria, por lo que la altura de catenaria debe ser superior a 5 mts.
 - Incluida la opción de lavado de techo con agua caliente a presión.
 - Conducción en modo de maniobras este modo será empleado para la realización de maniobras de acoplamiento entre unidades. Se trata de un caso especial del modo manual con una limitación de velocidad de 1km/h +0,5km/h. La selección de este modo se podrá realizar desde un pulsador virtual.
 - Conducción en modo socorro: este modo será empleado en el hipotético caso que el bus MVB esté fuera de servicio, al tratarse de un modo socorro, solo se podrá emplear para mover el tranvía desde un punto de la vía hasta la próxima estación, desalojar a los pasajeros, y trasladar el tranvía hasta el depósito. Las señales de mando en este caso se enviarán mediante tres líneas de tranvía cableadas.
 - Modo de par reducido: en consideración de las posibles situaciones de baja adherencia que se pueden dar en la vía, se preverá un pulsador virtual denominado “BAJA ADHERENCIA”. Si este modo esta activo, se mantendrá la misma deceleración, pero la distribución de frenos será diferente, de forma que se trate de igualar adherencias en lugar de primar el freno eléctrico. Por defecto, cada vez que el tranvía se encienda este modo estará desactivado. En caso de producirse situación de baja adherencia (se mostrará un mensaje al conductor indicándole esta situación), se habilitará un pulsador virtual en la pantalla de conducción. Una vez pulsado, este modo permanece activo hasta que se vuelva a deseleccionar o se realice un cambio de cabina o se apague el tranvía. Este modo solo podrá ser seleccionado en modo Conducción Manual.
 - Modo Rescate: en consideración de las posibles situaciones en las que haya que arrastrar un tranvía muerto por otro tranvía, se preverá la posibilidad de dar un sobre-esfuerzo. En este caso el sobre esfuerzo puede ser de forma continua por estar dentro de los márgenes de seguridad del motor.
 - Modo de sobreesfuerzo: en consideración de las posibles situaciones en las que haya que actuar en el tranvía en zonas con pendientes acentuadas y con un 50% de tracción solo habilitada, se preverá la posibilidad de dar un sobre-esfuerzo momentáneo en tracción, limitado en el tiempo. El valor de este sobreesfuerzo será definido durante la fase de proyecto. La activación de este modo se realizará mediante un botón virtual situado en la pantalla de comandos. Por defecto, cada vez que el tranvía se encienda este modo estará deseleccionado. Una vez pulsado, este
-

modo permanecerá activo hasta que se deselectione o se realice un cambio de cabina o se apague el tranvía o se supere un límite de tiempo de funcionamiento en este modo. Este modo solo podrá ser seleccionado en modo Conducción Manual.

3.4.1.2. *Reversibilidad*

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

3.4.1.3. *Rescate*

En caso de avería de un tranvía que le impida desplazarse por sus propios medios, en condiciones de seguridad, otro tranvía sin avería podrá rescatarlo por empuje o remolque, para lo que los tranvías deberán disponer de un mecanismo de unión para este fin.

Para ello los tranvías estarán dotados de las condiciones energéticas necesarias para este fin en cualquier tramo de la línea, inclusive en la zona sin línea aérea de contacto.

Las conexiones mecánica de unión se encontrará oculto bajo el testero u otro punto similar y de fácil acceso. Cada tranvía dispondrá de dos de ellos, uno en cada una de sus extremos. El mecanismo estará dimensionado para poder soportar el esfuerzo asociado al remolque y empuje de una unidad por otra, y su conexión será automática, pudiendo ser realizado en un tiempo inferior a los tres minutos por un único agente de explotación. Una vez realizada la operación de acoplamiento, no quedarán piezas sueltas que deban ser almacenadas aparte. A nivel de carga debe considerarse un tranvía en tara y el tranvía remolcado cargado con ocupación excepcional (8 personas /m²)

Geométricamente las operaciones de enganche / desenganche han de poder realizarse en cualquier punto del trazado, tanto de línea, como de taller (curva, acuerdo vertical cóncavo o convexo, rampa, etc.).

Durante la operación de acoplamiento se utilizará una manguera eléctrica con conectores en ambos extremos con el fin de dar continuidad a los circuitos de señales necesarios para garantizar el frenado de la unidad remolcadas y eléctricas.

También se podría incluir una botonera eléctrica pero dado que no vamos a funcionar con vehículos acoplados y que se usará 1 vez cada varios años no consideramos necesario incluirlo.

El acoplamiento por tanto se realizará por manguera eléctrica con conectores en ambos extremos garantizando la continuidad de circuitos de señales para el frenado de la unidad remolcada y que podrá conectarse en cualquier lugar o parte de la vía incluyendo la zona de

los andenes, cumpliendo las prestaciones eléctricas del apartado 3.1.6.3 Unidad en vacío empujando y/o remolcando a otra unidad en C0.

3.4.1.4. *Estacionamiento y garaje*

Durante el periodo de operación los tranvías estarán estacionados en la terminal al aire libre. Cuando no estén en operación y por la noche los tranvías se estacionarán en cocheras parcialmente cubiertas.

3.4.2. **Explotación en régimen normal**

3.4.2.1. *Conducción del tranvía*

Puesta en servicio y conducción normal

La conducción normal del tranvía se efectuará desde la cabina delantera únicamente en marcha adelante.

El mando simultáneo de dos cabinas de conducción será imposible, la primera cabina de conducción será la que tenga la prioridad. En caso de conflicto entre las 2 cabinas, el frenado de emergencia se activará inmediatamente.

Durante el cambio de cabina, cuando el conductor salga de ésta, el tranvía se quedará prepartiarado, a través de un conmutador de "cambio de cabina".

Cada vez que el conductor abandone la cabina, debe de retirar la "llave de control", por el hecho de retirar la llave de control, no deben varias las condiciones/funcionalidades en que ha dejado el tranvía.

Es decir, que el conjunto de la funcionalidad del tranvía se mantendrá a pesar de que haya extraído la llave, excepto la conducción y la tracción que deberán estar aisladas.

El equipo de control del Tranvía., deberá estar concebido de tal modo que cuando se vaya a efectuar el cambio de cabina de conducción permanezcan en servicio los que se consideren de interés. Entre otros:

- Pantógrafos-Disyuntores.
 - Convertidores Estáticos.
 - Compresores.
 - Aire acondicionado.
-

- Alumbrado.
- Control de Puertas.
- Etc.

Conducción en maniobras

La conducción en maniobra será posible en marcha adelante y marcha atrás.

La conducción en maniobra será posible en marcha adelante y marcha atrás.

Se establece una velocidad máxima para conducción en maniobras de 5 km/h pero ésta deberá ser programable.

Conducción en « marcha atrás »

Se dispondrá de una señalización acústica de marcha atrás para prevenir de la circulación a las personas cercanas.

El operador definirá los supuestos en los que se podrá circular marcha atrás.

En lo referente a la comunicación entre cabinas de conducción no se incluirá ningún sistema de comunicaciones adicional a los existentes para la conducción normal marcha adelante.

3.4.2.2. Apertura de puertas

Las puertas deben cumplir con la norma EN 14752 y las normas de accesibilidad de Ecuador.

El servicio normal de las puertas será “libre servicio”, es decir, la apertura de las puertas es realizada por el viajero que entra o sale accionando los botones pulsadores ubicados en la puerta y que serán compatibles para los PMR.

La demanda de apertura del pasajero se convierte en mando si el conductor ha autorizado la apertura de las puertas para el lado del tranvía en cuestión y si el tranvía está parado.

En el lado interior y sobre cada una de las puertas, habrá un indicador luminoso que se iluminará con luz intermitente cuando la puerta vaya a empezar a cerrarse y durante el cierre. Esta señal luminosa irá acompañada de una señal acústica también intermitente.

Las puertas dispondrán de un sistema de células fotoeléctricas de manera que si durante su cierre detecta un obstáculo, la puerta seguirá la secuencia de parada, apertura y recomienzo

de cierre. Además, debe existir un sistema de seguridad (bordes sensibles u otro) que realizará una detección de obstáculos siguiendo la EN 14752.

El sistema de información al viajero indicará que lado o lados de puertas van a abrirse en la próxima parada. La información de lado de puertas a activar podrá ser recopilada de un sistema externo (SAE, etc) o podrá ser programable en el propio material móvil. El conductor del tranvía tendrá la posibilidad de corregir el lado de puertas que se va a habilitar, información que se presentará mediante señalización en los propios mandos de control de puertas.

A continuación se define el modo de funcionamiento que deben tener las puertas del tranvía a suministrar.

En la cabina se dispondrán de los siguientes elementos para comandar las puertas:

- 1 Interruptor Mantenido de Habilitación Puertas Derechas iluminado.
- 1 Interruptor Mantenido de Habilitación Puertas Izquierdas iluminado.
- 1 Pulsador No Mantenido de Apertura Puertas Derechas iluminado.
- 1 Pulsador No Mantenido de Apertura Puertas Izquierdas iluminado.

No habrá pulsadores de cerrar puertas. Cuando el interruptor de habilitación de puertas no esté accionado, se cerrarán las puertas.

Habrá además 4 pulsadores virtuales con la siguiente funcionalidad:

- Pulsadores izquierda y derecha para la habilitación de puerta para contra-intervención, que habilitará sólo la puerta más cercana a la cabina habilitada del lado seleccionado.
- Pulsadores izquierda y derecha para habilitación de puertas de apertura restringida, que habilita sólo las 3 puertas más cercanas a la cabina habilitada del lado seleccionado (o las puertas de la semiunidad correspondiente a la cabina habilitada del lado seleccionado).

La secuencia de apertura de puertas será la siguiente:

- Antes de llegar a la estación, el sistema de información al viajero indicará el lado en el cual se van a habilitar las puertas en la próxima parada.
-

- Una vez que el tren se ha detenido, el maquinista habilitará un lado (o ambos lados) de puertas desde el interruptor de habilitación de cabina correspondiente.
- Los pulsadores de apertura de las puertas dispondrán de un indicador luminoso de color verde. Estos indicadores luminosos se iluminarán en las puertas del lado habilitado.
- Las puertas dispondrán de un zumbador que se activará cuando se produzca la habilitación de la puerta durante un tiempo configurable a una frecuencia configurable.
- El pasajero actuando sobre el pulsador de apertura de una puerta habilitada abrirá la puerta. Cuando se accione el pulsador para abrir la puerta, el zumbador de la puerta emitirá un sonido diferente y se encenderán un indicador luminoso rojo en el pulsador de apertura. El indicador luminoso rojo se apagará y el zumbador se detendrá cuando se deje de accionar el pulsador.

El cierre automático de las puertas será de la siguiente forma:

- Las puertas que hayan sido abiertas por los pasajeros comenzarán el ciclo de cierre de forma automática al cabo de un tiempo sin detectar obstáculo por parte del sistema de detección fotoeléctrica. Este tiempo será configurable.
- El indicador luminoso y acústico de cierre de puertas se activarán de forma intermitente durante un tiempo configurable y con una frecuencia configurable. Al finalizar este tiempo la puerta inicia el cierre de forma automática. Los indicadores luminosos y acústicos seguirán actuando hasta que la puerta se haya cerrado y enclavado y después se apagará.
- Si durante el cierre automático de puertas, la fotocélula detecta un objeto, la puerta detiene su ciclo de cierre automático y se abre por completo, reseteando el ciclo de cierre de puertas automático, esto es, al cabo de un tiempo configurable, la puerta iniciará de nuevo el mismo proceso de cierre automático de puertas. La actuación será la misma, si durante el cierre automático de puertas, algún pasajero pulsa el botón de apertura de puertas.

Las puertas también podrán ser abiertas por parte del conductor del tranvía siguiendo la secuencia siguiente:

- Antes de llegar a la estación, el sistema de información al viajero indicará el lado en el cual se van a habilitar las puertas en la próxima parada.

- Una vez que el tren se ha detenido, el maquinista habilitará un lado (o ambos lados) de puertas desde el interruptor de habilitación de cabina correspondiente.
- Los indicadores luminosos verdes de los pulsadores de apertura de las puertas habilitadas se iluminarán.
- Los zumbadores de las puertas del lado habilitado se activarán durante un tiempo configurable a una frecuencia configurable
- Posteriormente, el conductor actuará sobre el pulsador de apertura de puertas correspondientes al lado habilitado.
- En ese momento se produce la apertura automática de todas las puertas habilitadas.
- Una puerta que ha sido abierta por el maquinista sólo puede ser cerrada por el maquinista (no habrá cierre automático de puertas).

La secuencia de cierre por orden del maquinista es la siguiente:

- El maquinista actuará sobre el interruptor de habilitación de puertas, para cerrar puertas.
- Los indicadores luminosos verdes de las hojas de puertas se apagarán y los indicadores luminosos y acústicos de aviso de cierre de puertas se activarán de forma intermitente durante un tiempo configurable. Al finalizar este tiempo la puerta inicia la secuencia de cierre. El indicador luminoso y acústico de aviso de cierre de puertas siguen actuando hasta que la puerta se haya cerrado.
- Cuando el maquinista actúa sobre el interruptor de habilitación de puertas para cerrarlas, todas las puertas recibirán orden de cierre, por lo que las puertas que hayan sido abiertas por los pasajeros de forma local también son cerradas siguiendo el mismo ciclo.
- En este proceso de cierre no se tendrá en cuenta la detección de obstáculos por el sistema de células fotoeléctricas.

En una situación de detección de obstáculo en el proceso de cierre de una puerta, el número de veces que se repite la secuencia de cierre será configurable.

Las puertas dispondrán de señalización acústica que estará activa mientras las puertas tengan permiso de apertura con el objetivo de facilitar el acceso a los invidentes. Esta señalización se activará bajo demanda con el mando a distancia homologado por la FENCE.

El conductor podrá mantener todas las puertas del lado que desee del tranvía (o los dos) abiertas mientras se realice el cambio de cabina.

Las puertas tendrán una importante diferenciación cromática respecto el resto de la unidad.

Existirá un sistema de estanqueidad en todo el perímetro del hueco de puerta que impida la entrada de agua y aire según la norma EN14351

Procedimiento de la prueba de estanqueidad al agua según EN 14351

Se aplicará agua sobre los vehículos individualmente con un pórtico con las siguientes características:

- Presión 2 bar
- Caudal 300 l/min
- Velocidad desplazamiento pórtico 18 cm/s
- 100 boquillas separadas en 480 mm

Procedimiento de prueba de permeabilidad al aire

Respecto la permeabilidad al aire se incluye en la citada norma EN 14351 que se realizarán dos ensayos de permeabilidad al aire uno con presiones positivas y otro con presiones negativas.

Los valores de permeabilidad al aire serán:

Tipo 1: Para una presión máxima de ensayo de 150 Pa permeabilidad al aire de referencia a 100Pa entre 50 y 12,5 m³/hm²

Tipo 2: Para una presión máxima de ensayo de 300 Pa permeabilidad al aire de referencia a 100Pa entre 27 y 6,75 m³/hm²

Tipo 3: Para una presión máxima de ensayo de 600 Pa permeabilidad al aire de referencia a 100Pa entre 9 y 2,25 m³/hm²

Tipo 4: Para una presión máxima de ensayo de 6000 Pa permeabilidad al aire de referencia a 100Pa entre 3 y 0,75 m³/hm²

Y por último, todas las puertas dispondrán en la parte interior del tranvía, de una palanca, seta o accionamiento de emergencia que permita el desbloqueo de la puerta de manera manual y su posterior apertura manual. El uso de uno de estos accionamientos activará un

aviso en la cabina de conducción activa. El accionamiento no permitirá la apertura de las puertas si el tranvía está en marcha. Las puertas PMR dispondrán de este dispositivo a la altura adecuada para poder ser accionados desde una silla de ruedas. Además, al menos una de las puertas por costado dispondrá de desbloqueo exterior.

3.4.2.3. Sistema de supervisión

La función de ayuda a la conducción del sistema de supervisión permitirá al agente de conducción disponer de un sistema de indicación (pantalla interactiva e indicadores luminosos) que le indicarán el estado del tranvía, en particular :

- las funciones o elementos principales aislados,
- cualquier fallo que dañe la explotación,
- las informaciones a transmitir al Puesto de Control Centralizado (PCC) para informar sobre el tipo de fallo,
- los procedimientos a seguir para solapar el tipo de fallo respetando en todo momento las reglas de explotación.

El sistema de supervisión poseerá además una función histórica guardada durante al menos 48 horas para permitir una consulta posterior por un agente de mantenimiento.

Una red embarcada específica permitirá a todos los equipamientos comunicarse entre sí y con el conductor (a través del panel del sistema de supervisión). Esta red estará conectada a la unidad central de control del tranvía.

3.4.2.4. Telemando de las instalaciones fijas

El vehículo dispondrá de un sistema para que el conductor pueda telemandar las agujas.

3.4.3. Explotación en régimen degradado

El tranvía deberá poder funcionar en regímenes degradados. Estos regímenes se definirán en función del equipo que esté averiado y de la consecuencia de esta avería sobre el funcionamiento normal del tranvía y en función del reglamento de explotación.

3.4.3.1. Definición de los regímenes degradados

Fin de la jornada

El tranvía se mantendrá en operación según el programa inicial del día. Este tipo de operación se utilizará cuando las averías menores que se producen a bordo del material móvil no perturben ni la seguridad ni la velocidad comercial. Estas pueden ser por ejemplo:

- Fallo en equipo de climatización
- Fallo en megafonía de estaciones

El operador definirá en su plan de operación cuales son las averías menores con las que deja circular hasta final de jornada

Fin de la vuelta del recorrido

El tranvía se mantiene en operación hasta la próxima terminal sin restricciones particulares. Este tipo de operación se elige en caso de averías que no afectan a la seguridad y que permiten un tiempo de funcionamiento limitado sin afectar demasiado al servicio comercial.

Como mínimo los siguientes eventos provocarán este estado:

- Fallo de una de las puertas
- Fallo del 50% de las prestaciones de la ventilación
- Fallo parcial de la iluminación exterior o interior
- Fallo de hasta el 50% de las unidades de tracción.

Marcha sin servicio

Toda avería que conduzca a un defecto de seguridad de los viajeros o del material, implicará la bajada de los viajeros y un viaje sin servicio hacia la terminal más próxima o los talleres.

Como mínimo los siguientes eventos provocarán este estado:

- Fallo del equipo de freno que reduzca sus prestaciones
- Fallo de dos de las unidades de tracción
- Fallo del bogie. Cualquier anomalía en la funcionalidad de los elementos representativos funcionalmente de un bogie: (Golpe importante que puede afectar a geometría/alineación, calentamientos, roturas de resortes, etc).

Socorro

Toda avería inmovilizando el tranvía necesita el procedimiento de socorro, es decir el remolque o el empuje por otro tranvía. Los viajeros de los dos tranvías se evacuarán previamente a la operación de acoplamiento, después el conjunto del convoy se dirigirá hacia la terminal más próxima o los talleres.

3.4.3.2. Modos de conducción degradados

Se definen a continuación los modos de conducción degradados solicitados:

Conducción de remolque/empuje: La limitación de velocidad así como la posición de la unidad tractora y remolcada se establecerá por el operador del PCC en función de las características de la línea.

Conducción con tracción/freno reducido: Cuando un tranvía quede con alguno de sus equipos tracción-freno fuera de servicio, pero aún conserve el 50 % de ellos, deberá poder funcionar con prestaciones reducidas (ver apartados anteriores) y con una limitación de velocidad de 40 km/h si es necesario por prestaciones de frenado.

El fabricante de material móvil definirá en su oferta la posición predefinida del tranvía y las señalizaciones que dispondrá en la cabina y puesto de control centralizado en función de la avería detectada.

Como mínimo se identificarán todas las averías de tracción, puertas, cámaras, red de comunicaciones, indicadores, iluminación, radio, megafonía, aire acondicionado, frenos, areneros, elementos hidráulicos, servicios de emergencia, de SAE y de información.

Una avería grave se señalará con un aviso sonoro en cabina y una indicación visual en el equipo automático de diagnóstico y registro de averías. Además estas averías se enviarán al puesto de control centralizado (La señalización en el puesto de control no es objeto de este pliego.)

Una avería leve se señalará con una indicación visual en el equipo automático de diagnóstico y registro de averías

3.4.3.3. Servicio degradado de las puertas

Cuando la/s puerta/s entre/n en fallo, se notificará al conductor en la pantalla de estado técnico de la unidad qué puerta/s están en fallo y qué tipo de fallo han sufrido.

Cuando el mando para accionar el cierre de una o varias puertas esté inoperativo para una o el conjunto de las puertas, es posible cerrarla/s manualmente y dejarla/s bloqueada/s para

los viajeros. Este proceso se llamará condena de puerta y se reflejará en la supervisión del estado del vehículo a disposición del conductor. El conductor podrá dejar la conducción e ir a cerrar y bloquear manualmente (dejándola fuera de uso para los pasajeros, tanto en el interior del tranvía como en el exterior) una puerta que haya quedado en posición abierta ó intermedia.

El fabricante de material móvil definirá en su oferta los fallos mínimos o modos degradados que dispondrá en la cabina y puesto de control centralizado en función de la avería detectada.

Como mínimo se identificarán, fallos de cierre, apertura, falta de presión en la puerta, fallos de energía, fallos de comunicación, fallos de bloqueo.

Cuando el mando para accionar el cierre de una o varias puertas esté inoperativo para una o el conjunto de las puertas, es posible cerrarla/s manualmente y dejarla/s bloqueada/s para los viajeros. Este proceso se llamará condena de puerta y se reflejará en la supervisión del estado del vehículo a disposición del conductor. El conductor podrá dejar la conducción e ir a cerrar y bloquear manualmente (dejándola fuera de uso para los pasajeros, tanto en el interior del tranvía como en el exterior) una puerta que haya quedado en posición abierta ó intermedia.

Puerta condenada o fuera de servicio o aislada: se señalará en la propia puerta a través los indicadores luminosos del pulsador de la puerta. En el equipo automático de diagnóstico y registro de averías, habrá una indicación visual en el sinóptico del tren que señalice que la puerta está condenada.

Puerta no puede cerrarse: se señalará en el equipo automático de diagnóstico y registro de averías en el sinóptico del tren cuál de las puertas no puede cerrarse. Se recomendará al conductor que acciones tomar para poder continuar el servicio y garantizar la seguridad de los viajeros.

Puerta ha detectado obstáculo: se señalará con un aviso sonoro y en el equipo automático de diagnóstico y registro de averías, en el sinóptico del tren, se marcará la puerta en la cual se ha detectado un obstáculo.

Puerta desbloqueada: se señalará con un aviso sonoro y en el equipo automático de diagnóstico y registro de averías, en el sinóptico del tren, se indicará la puerta que ha sido desbloqueada.

Fallo crítico de puerta: se señalizará con un aviso sonoro y una indicación en el equipo automático de diagnóstico y registro de averías. Se recomendará al maquinista que acciones tomar para poder continuar el servicio y garantizar la seguridad de los viajeros.

Fallo leve de puerta: se señalizará con una indicación en el equipo automático de diagnóstico y registro de averías.

3.4.4. 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 por un cristal transparente ligeramente tintado en “parsol” color a elegir. El tratamiento antirrayado no tiene una aplicación preferente en esta mampara, ya que su posición coincide básicamente con el espaldar de asientos, por lo que no es probable su rayado.

Las cabinas de conducción deben responder a las disposiciones de ergonomía y confort en el diseño de puestos de trabajo contenidas en la ficha UIC 651 y EN 894.

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.

La cabina de conducción integrará, entre otros:

- Dos monitores para la visualización de cámaras retrovisores, cámaras interiores y cámaras frontales.
- 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 tranvía (estado de los equipos, puertas, sistemas, así como información sobre el esfuerzo de tracción, el consumo de la I de línea, la tensión de catenaria a la que se está trabajando, etc...). El Oferente deberá presentar una propuesta de este equipo y muestras de las pantallas de estado técnico del tranvía junto con su oferta.
- Un pantalla Interfaz Hombre Maquina adicional que integrará la gestión del sistema de señalización tranviaria embarcado, SIV, visualización de cámaras y gestión los datos de explotación referentes al servicio comercial que está actualmente realizando el tranvía, como por ejemplo el número de agente, número de unidad, número de línea...

- Botonera de mando de aguja (una por puesto de conducción). Para la petición del mando de agujas el maquinista dispondrá de tres pulsadores integrados en el pupitre de conducción.
- El terminal de radio TETRA (radioteléfono)
- Teléfono móvil con manos libres
- Espejo retrovisor para visualización del pasaje.

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

- Ergonomía y confort para el conductor y el acompañante
- Visibilidad
- Interfaces con los viajeros
- Interfaces con la explotación
- Evacuación rápida del conductor en caso de urgencia

Estética y personalización de la cabina

Se ofertará un tipo de cabina que cumpla con todas las normativas vigentes de ergonomía en los puestos de trabajo.

3.4.4.1. Ergonomía y confort

De una manera general, las cabinas de conducción deben responder a las disposiciones contenidas en la ficha UIC 651.

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 tranvía.

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.

Normalmente en las explotaciones tranviarias, solo se da la utilización de un acompañante en dos casos:

Pérdida de funcionalidad de las condiciones de explotación que permiten operar con una única persona. (Hombre muerto, cámaras retrovisores, etc). En esta modalidad, el acompañante garantiza la seguridad por la pérdida de las funcionalidades descritas. No necesita más que una ubicación en el interior de cabina, sin necesidad de confort ni ergonomía específica.

Formación de conductores. En esta modalidad, el acompañante garantiza la seguridad por la pérdida de control del formado. Necesita que su ubicación, permita actuar sobre el sistema de frenado de emergencia (seta)

Con tal de mejorar el confort del conductor, la cabina estará climatizada, con un reglaje de temperatura progresivo e independiente del compartimento de pasajeros.

En modo degradado, la cabina debe poderse ventilar de manera natural, a través de ventanas laterales abatibles embebidas o encastradas en el lateral de cabina.

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

La comunicación entre el tranvía y el PCC se efectuará a través de un sistema de radio (TETRA), tanto vía radioteléfono como manos libres. Asimismo dispondrá de telefonía móvil.

Para implementar el sistema de telecomunicaciones (TETRA) se deberá tener los respectivos permisos y autorizaciones de los entes reguladores de acuerdo a la ley ecuatoriana vigente en la región a implementar tales sistemas como: diseños aprobados, permisos de construcción, concesiones de frecuencias, etc. previo a efectuar la construcción y operación de los mismos.

El asiento

El asiento del conductor será alimentado neumáticamente y tendrá el control y mando neumático. 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. Asimismo se permitirá el giro del asiento para facilitar la salida del conductor de la cabina

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. Asimismo se permitirá el giro del asiento para facilitar la salida del conductor de la cabina.

Climatización /Calefacción/ Ventilación

Serán de aplicación las Normas UNE-EN14750 y UIC 553

La cabina irá dotada de un sistema de AIRE ACONDICIONADO que permita mantener en el interior del vehículo unos márgenes de temperatura entre 18° y 24 °C bajo las condiciones marcadas en la ficha UIC 553.

Las cabinas dispondrán de equipos y controles independientes de los de la sala de viajeros.

En precalefacción: Con una temperatura exterior e interior de 0°C y puertas y ventanas de emergencia cerradas, alcanzará una temperatura de 15°C en un tiempo no superior a 15 minutos.

En calefacción: Con una temperatura exterior de -5° mantendrá una temperatura interior de 20° C.

En refrigeración: Condiciones exteriores: 35° C y 80% H.R. y radiación solar. Puertas y ventanas cerradas. Condiciones interiores 25° C y 55% H.R.

Se admitirán soluciones a base de equipos compactos o desdoblados; instalados en el techo del vehículo.

El oferente indicará las condiciones de mantenimiento del equipo a lo largo de su vida útil así como su fiabilidad específica.

Cada equipo llevará instalado un panel de control que ponga en funcionamiento los diversos aparatos del equipo mediante contactores, relés, etc., gobernados automáticamente por el control electrónico de temperatura.

Se valorarán muy positivamente disposiciones que proporcionen la máxima fiabilidad, de forma que se tenga asegurada al menos una potencia de calefacción/refrigeración igual al 50% de la nominal.

Todos los motores de este equipo serán asíncronos trifásicos y se alimentarán a la tensión de 400V a 50 ó 60 Hz.

En caso de fallo total del sistema completo, el equipo será capaz de actuar como ventilación en emergencia, garantizando al menos 1,0 renovaciones de aire por minuto.

Será de obligado cumplimiento el empleo de refrigerantes no agresivos sobre la capa de ozono de la atmósfera.

Dispondrá de mandos virtuales para el control de temperatura de cabina y para el encendido/apagado del equipo.

La difusión del aire será lo más uniforme posible y la velocidad del aire no superará 2 m/s y en cualquier caso no deberá de emitirse en dirección al conductor. El sistema debe asegurar un caudal de aportación de aire de 800 m³/ hora en la cabina de conducción.

Acondicionamientos varios

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

iluminación interior

La iluminación será ajustable por el conductor. A su máxima potencia, llegará a los 300 lux a 1 metro del suelo. Se cumplirá la norma UNE EN 13272 “Iluminación eléctrica para el material rodante de sistemas de transporte público”, de junio de 2002

3.4.4.2. 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 la reglamentación UIC 617-7 O.

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.

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 posible.

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:

- Coeficiente térmico del tranvía como conjunto $< 3W/m^2 \cdot ^\circ C$
- K Transmisión lumínica: 0,75
- Factor solar acristalamiento: 0,73

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 ni vaho 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 siga la norma ECE R43 y NFF31250.

Equipos complementarios

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

- 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.
- Eliminar la lluvia y la nieve que pueda haber 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. Dispondrá al menos de tres velocidades: intermitente, lenta y rápida
- 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. Este mando deberá estar integrado junto con el del limpiaparabrisas.

3.4.4.3. 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.

Con este objetivo, la distribución de los equipos en el puesto de conducción debe ser la siguiente:

- En una zona primaria se instalarán todos los equipos, indicadores y mandos de primera importancia ó grado para la conducción del vehículo, la explotación o el servicio de las puertas (mandos a accionar con el vehículo en marcha).
- En una zona secundaria se instalarán los equipos, indicadores y mandos de importancia secundaria, es decir, usados esporádicamente en la conducción, que el conductor debe poder accionar /maniobrar/ consultar en posición sentada (mandos a accionar con el vehículo parado).
- Y finalmente en una zona terciaria, se ubicarán los mandos e indicadores de tercera importancia ó tercer grado, es decir, aquellos que no son necesarios para la conducción. 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.

- Selector del sentido de la marcha y habilitación de cabina.
- Cambio de Cabina.
- Control de pantógrafo y disyuntor.
- Pulsadores para el mando de puertas
- Control de areneros.
- Micrófono y pulsador PTT de megafonía/interfonía interior.
- Mando de las luces exteriores (cortas, largas, posición, warnings, destellos...).
- Limpiaparabrisas, lavaparabrisas.
- Botones de mando de agujas (3, izquierda, recto, derecha)
- Hombre muerto (en manipulador, pedal o en ambos).
- Mando de las luces de la cabina, pupitrey sala.

- Botón de prueba de lámparas (todas las del pupitre y alumbrados exteriores e interiores).
- Pulsadores necesarios para telemandarlas agujas.
- Las pantallas y monitores: todos los monitores y pantallas que se oferten serán en color, de tecnología LCD de 10,4" y estará previsto su apagado parcial en la cabina no habilitada para alargar su vida útil. En la oferta deberá definirse la 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 decolorarse 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.

3.4.4.4. *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.

3.5. TRANSPORTE DE LOS VIAJEROS

El vehículo debe poder transportar a todo tipo de viajeros mostrando especial atención a los siguientes:

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

Se cumplirán las normativas:

- ETI Especificación técnica de interoperabilidad 21 de diciembre de 2007
- RD 1544/2007 norma de referencia española al no disponer de normativa específica ecuatoriana

3.5.1. Accesibilidad de los viajeros

El tranvía será 100% piso bajo, con una altura de piso de 350mm. A continuación se definen los requisitos básicos de accesibilidad.

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

- Asegurar la comodidad y seguridad de los viajeros que cruzan las puertas
- 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:

- Repartir las aberturas al todo el largo del lateral del tranvía
- Dimensionar esas aberturas del máximo tamaño posible
- 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:

- Las puertas serán motorizadas y de montantes dobles (ancho total de la abertura debe permitir a dos personas el paso simultáneo a través de ella)
- Las puertas serán de tipo encajable-deslizante (LC).
- 20% de longitud de puertas sobre longitud total de tranvía. Los accesos se repartirán de manera simétrica en las dos caras.
- Se admiten puertas sencillas en las extremidades del compartimento de pasajeros
- A fin de permitir el acceso o el cruce simultáneo de un mínimo de dos personas de frente, se dejará un paso libre, con las puertas de doble hoja completamente abiertas de un mínimo de 1.300 mm. En caso de puertas de una sola hoja, el paso debe tener un mínimo de 800 mm para permitir un fácil acceso.

- El suelo de las puertas deberá ser bajo y estar a la misma altura que los andenes (ver apartados anteriores)
- Las puertas tendrán una altura mínima de dintel de 1.95 metros
- El tiempo de cierre de las puertas será ajustable por personal de Mantenimiento entre 2 y 10 segundos. Adicionalmente las puertas podrán ser cerradas por el conductor.

A fin de ofrecer una accesibilidad a todos los viajeros, incluyendo los que empleen sillas de ruedas sin el uso de un dispositivo móvil específico, las características que se tendrán en cuenta son las siguientes:

- Separación andén / altura umbral de puerta (distancia vertical entre borde de andén y borde de suelo del tranvía en la puerta, con el tranvía en recta) igual a 30 mm en tara
- Se valorará positivamente las propuestas del fabricante de material móvil para permitir reducir las distancias de gap horizontal siempre y cuando se realicen con elementos fijos. No obstante el fabricante podrá proponer soluciones diferentes a la que se especifica a continuación, siempre y cuando cumpla con del gap horizontal igual a 30 mm en tara:
 - o Ancho hueco andén / umbral de puerta (distancia horizontal entre borde de andén y borde de suelo la pisadera de hueco de puerta, con el tranvía en recta y con carga C2) igual o inferior a 30 mm. El fabricante de material móvil justificará y definirá las pisaderas o elementos no móviles que utilizará para garantizar que se respeta una laguna horizontal igual o inferior a 30 mm.

Además, los botones de apertura 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. Los botones dispondrán de alto relieve, texto braille y contraste cromático.

La diferencia de altura entre el suelo de acceso de las puertas y el andén debe mantenerse entre +0 y +30mm, sean cuáles sean los valores de desgaste de rueda, vía y carga del tranvía. La distancia horizontal entre el coche y el andén deberá ser inferior a 20mm. Se recomienda que la distancia vertical entre coche y andén no sea nunca negativa (estas distancias se conocen habitualmente como GAP).

El Oferente deberá presentar planos acotados usando como referencia la altura de 300 mm 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 1405 mm referente a anchura de

2,65m en caso de otro ancho lo justificará. (Definirá tanto laguna horizontal como vertical).
Se permitirá la instalación de pisaderas en las puertas.

Nota: Siempre respetando el reglamento que el explotador desee plantear, los viajeros deben poder transportar sus bicicletas sin que el tranvía sufra ninguna degradación.

3.5.2. 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 tranvía debe poderse cerrar, abrir y bloquear desde el interior y el exterior del vehículo con accionamiento eléctrico, con el tranvía apagado o encendido.

El conductor debe poder abandonar el tranvía dejando éste encendido, de forma que tras su salida todas las puertas queden deshabilitadas y cerradas, impidiendo el acceso a terceros.

3.5.3. Comodidad

3.5.3.1. Acondicionamiento del tranvía

En los compartimentos y las intercirculaciones, los viajeros podrán desplazarse, pararse, sentarse, apoyarse isquiáticamente, etc.

Desplazamiento en el tranvía

La facilidad de desplazamiento en el tranvía se obtendrá de la manera siguiente:

- Prohibiendo toda barra vertical de apoyo que pueda causar obstáculos en todas las zonas de desplazamiento.
- Prohibiendo cualquier cofre sobresaliente o podium que pueda causar obstáculos en todas las zonas de desplazamiento.
- Favoreciendo las zonas de intercambio situadas hacia las puertas de acceso, evitando los obstáculos creados por los viajeros y por el estacionamiento.
- Manteniendo un paso libre de al menos 500 o 600 mm, aún cuando los viajeros estén sentados.
- Manteniendo una altura mínima hasta el techo de 2.10 m. ´

Se dispondrán asideros, pasamanos verticales u otros elementos que puedan contribuir a la estabilidad de las personas que utilicen el pasillo en los respaldos de todos los asientos que se encuentren del lado del pasillo a menos que den contra el respaldo de otro asiento orientado en dirección opuesta y dotado de asidero o contra un tabique.

Los asideros u otros elementos que puedan contribuir a la estabilidad de las personas se colocarán a una altura por encima del suelo comprendida entre 800 mm y 1 200 mm, no invadirán el paso libre y contrastarán con el asiento.

En las zonas dotadas de asientos longitudinales fijos, se utilizarán pasamanos para contribuir a la estabilidad de las personas. Estos pasamanos no estarán separados por una distancia superior a 2 000 mm, estarán situados a una altura del suelo comprendida entre 800 mm y 1 200 mm y contrastarán con su fondo en el interior del vehículo.

Los asideros u otros elementos tendrán cantos romos.

Sillas de ruedas

Los PMR deberán disponer de una ruta que les lleve sin obstáculos 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 800 mm, 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.

Estas zonas dedicadas respetarán las exigencias de la ficha UIC 565-3.

Viajeros sentados

La disposición de este tipo de asientos sobre las plataformas no deberá limitar el acceso al tranvía.

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 tranvía está funcionando con una carga superior a la C2.

Viajeros de pie

Las superficies sobre las cuales los viajeros se quedarán de pie, serán también de desplazamiento. Las mismas restricciones citadas para las zonas de desplazamiento aplican a las zonas para estacionar de pie.

Modularidad del diagrama interior

El diagrama interior se definirá mediante el reparto de los asientos, apoyos y asideros en el interior del tranvía. La distribución de los asientos será preferiblemente en formato barbería.

El diagrama interior será modulable y capaz de evolucionar para permitir el aumento de la longitud del vehículo a largo plazo y por tanto de la capacidad de transporte..

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 1,4 metros, en toda la sección del pasillo, y se valorará positivamente que se oferte una anchura mayor, especialmente en la parte superior de la sección.

3.5.3.2. Asientos, respaldos, barras y asideros

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 450 mm.

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:

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

- Serán fácilmente desmontables e intercambiables usando herramientas específicas, y de bajo coste de sustitución.
- Si existe tejido en los asientos será fácil de limpiar, resistente al fuego y al desgarro.
- Se valorará que todos los asientos sean iguales e intercambiables entre ellos, o al menos por grupos de asientos.
- El anclaje de los asientos, en la medida de lo posible, se realizará sobre los laterales del tranvía, dejando el suelo libre de obstáculos (facilitando las labores de limpieza de los interiores).

Apoyos, barras y asideros

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.

Las barras tendrán una diferenciación cromática con el resto de la Unidad.

3.5.3.3. Comodidad dinámica

El vehículo ha de estar diseñado y construido para poder circular a cualquier velocidad igual o inferior a la máxima nominal sin que se produzcan movimientos intempestivos ni tendencia a la resonancia; tendrá una buena estabilidad para todo el campo de velocidades, con esfuerzos, aceleraciones y desplazamientos de valor reducido.

En la fase de proyecto, el constructor entregará los cálculos de estabilidad así como una simulación de comportamiento dinámico de las unidades en todas las condiciones de circulación.

En cuanto al comportamiento dinámico del vehículo, se utilizarán los criterios de la UNE-EN 14363 (incluyendo circulación por vía alabeada).

El comportamiento dinámico de las unidades 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.

Se aplicará la norma NFE 0-90-401 y la UNE EN 12299.

3.5.3.4. *Comodidad acústica*

Las condiciones de medida de las presiones sonoras se definirán teniendo como referencia la norma ISO 3095 para el ruido externo y la ISO 3381 para el ruido interno.

El fabricante de material móvil indicara en su plan de mantenimiento del vehículo las actividades, cadencias y reposiciones necesarias que deberán llevarse a cabo para permitir garantizar los niveles de ruido máximo y vibraciones indicadas a continuación, de modo que la emisión de ruido de los vehículos no aumente debido a un desgaste en los elementos del vehículo, especialmente en lo referente a las bandas de rodadura, ruedas elásticas, reductores y equipos en servicio: ventilación, tracción, aire acondicionado, puertas.

En alineación recta, el tranvía se desplazará en zona abierta sobre un tendido de vía clásico sin amortiguación y la plataforma tendrá un revestimiento de material de tipo bituminoso.

Los niveles máximos de presión sonora serán medidos en las siguientes condiciones:

- En el interior a 1.2 m del suelo en cabina, en compartimento de viajeros y en las articulaciones (según ISO 3381).
- En el exterior a 7.5 m del eje de la vía y 1.2m por encima del plano de rodadura (según ISO 3095).

Los valores globales de presión sonora que se desean obtener con el fin de ofrecer un buen confort a los viajeros, expresado en dBA, deberán ser inferiores a los límites fijados en la tabla siguiente, con todos los equipos en servicio: ventilación, aire acondicionado, puertas, etc:

Valores límite de recepción de vibraciones en ambiente interior (coef. K)

Uso del recinto afectado	Periodo	Coefficiente K
Sanitario	Diurno	2
	Nocturno	1,4
Residencial	Diurno	2
	Nocturno	1,4
Almacenes, comercias e industrias	Diurno	8
	Nocturno	8

Medidos según ISO 2631-2.

Velocidad (km./h)		0	40
Unidades		dBA	dBA
Interior 1.2 m por encima del piso	Cabina	65	75
	Pasajeros	65	75
Exterior a 7.5 m de la vía y 1,2 m por encima del plano de rodadura		61	75

En todas las curvas, el nivel de presión sonora exterior no podrá ser superior a 80 dBA a cualquier velocidad, procurando una aceleración transversal no compensada máxima de 0.68 m/s².

3.5.3.5. Comodidad visual

La comodidad visual se hará en función de las superficies acristaladas, del reparto de las superficies con ventanas, del reparto de la iluminación artificial y de la armonía de los colores de los revestimientos. El contraste entre los colores utilizados permitirá identificar las zonas de circulación utilizadas por los viajeros.

El compartimento de pasajeros tendrá ventanas fijas. Las ventanas serán de vidrio monolítico y tintado, con láminas antirayado en el interior y deben estar diseñadas para respetar:

- Coeficiente térmico del tranvía como conjunto < 3W/m².°C (con ventanas cerradas)
- K Transmisión lumínica ≈ 0.48
- Factor solar acristalamiento ≈ 0.62

Toda la cristalería de la cabina y del vehículo en general dispondrá de una adecuada resistencia mecánica y al impacto. Se recomienda que se siga la norma de seguridad ECE R43.

Nivel de iluminación del compartimento de los viajeros y de los pasillos

Operación con luz del día

- El nivel de iluminación necesaria estará dado por la luminosidad exterior.
- La transmisión luminosa de los cristales variará entre 35 y 50%.
- Los vidrios integrarán una protección contra el deslumbramiento de los viajeros.
- Para los vidrios exteriores, las soluciones propuestas para integrar los esfuerzos que conciernen al nivel de iluminación y descritos más arriba, no deberán modificar las exigencias de seguridad, la calidad de visión y la visión panorámica de los viajeros.

Operación sin luz del día

- Cuando el nivel de iluminación natural no sea suficiente para asegurar una luminosidad correcta en el interior del tranvía, una iluminación artificial será conectada por el conductor. Éste debe asegurar un nivel de iluminación mínimo de 200 lux, a una distancia de 1 m del suelo.
- El factor de uniformidad de iluminación será como mínimo 0.6.
- Las medidas de luminosidad se harán según la norma EN 13272.

Iluminación de emergencia

- Se asegurará un nivel mínimo de alumbrado de 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.

En cualquier caso, se aplicará la norma UNE EN 13272.

Fuentes luminosas

La alimentación de los puntos de luz deberá estar protegida frente a variaciones de tensión en línea.

Las medidas de luminosidad se harán según la norma EN 13272.

Los puntos de luz y los elementos técnicos (fijaciones, cables eléctricos, sistemas de cierre) estarán protegidos de las agresiones de los viajeros, con la ayuda de dispositivos que no requieran mantenimiento ni causen atenuación luminosa negligente. Dichas fuentes no deberán deslumbrar a los viajeros para la lectura de la información embarcada y en el campo horizontal de visión, particularmente a partir de la observación nocturna del exterior.

3.5.3.6. *Comodidad climática*

Los rendimientos óptimos indicados abajo, que caracterizarán la comodidad climática, se cumplirán en las mejores condiciones económicas, si las características de aislamiento térmico entre el exterior y el interior de los tranvías son elevadas.

La comodidad climática se realizará mediante instalaciones de ventilación, calefacción y de aire acondicionado.

Las condiciones climáticas a tener en cuenta corresponden a la zona climática de la ciudad de Cuenca(Ecuador), según la norma EN 14750, en relación con las condiciones climáticas definidas en el capítulo 2.6.1.

El material móvil cumplirá la categoría B definida en la norma EN 14750. Las condiciones de ensayos se definen en la norma EN 14750.

El sistema de ventilación,y de refrigeración se diseñará teniendo en cuenta el hecho de que las puertas de los tranvías se mantendrán abiertas durante más o menos 30 segundos en cada parada en el casco histórico y 20 segundos en el resto.

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 tranvía.

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.

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.

Refrigeración

En esas condiciones y en condición de carga C2 el equipamiento de refrigeración y de ventilación deberá:

- Garantizar una regulación de temperatura siguiendo el diagrama de abajo, la variación de consigna deberá filtrarse a 2°C/h.
- Garantizar una humedad relativa interior máxima HR 60%.

Cada tranvía estará dotado de al menos dos equipos dobles de calefacción/refrigeración. Se valorarán muy positivamente disposiciones que proporcionen la máxima fiabilidad, de forma que se tenga asegurada al menos una potencia de calefacción/refrigeración igual al 50% de la nominal.

Deberá preverse un procedimiento adecuado para el vaciado del refrigerante y la carga del mismo, que el Oferente entregará junto con el vehículo.

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.

En precalefacción: Con una temperatura exterior e interior de 0° y puertas y ventanas de emergencia cerradas, alcanzará una temperatura de 15° en un tiempo no superior a 15 minutos.

En calefacción: Con una temperatura exterior de - 10° y una ocupación equivalente a sólo las plazas sentadas, mantendrá una temperatura interior de 20° C.

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

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

El fallo de una sola unidad de calefacción dentro de la unidad, no afectará a las prestaciones de la función de calefacción de una unidad para una temperatura exterior superior a 10 ° C.

3.5.3.7. *Comodidad sensitiva*

El tranvía será un espacio donde no se permitirá fumar, incluyéndose esta prohibición también la cabina de conducción. A lo largo del tranvía y en zonas bien visibles se colocarán carteles con esta indicación.

Sin embargo, adicionalmente y con el fin de evitar olores desagradables en el interior del tranvía, se mantendrá permanentemente un nivel mínimo de ventilación.

El acondicionamiento interior del tranvía se realizará evitando esquinas o lugares escondidos donde se acumulen desechos y suciedad.

Los revestimientos interiores deberán ser agradables al tacto y no presentarán piezas salientes o asperezas.

3.5.4. **INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES**

3.5.4.1. *Sistemas de comunicación del tranvía*

Comunicación con el exterior (Radiocomunicaciones y telefonía móvil)

El tranvía dispondrá en cada cabina de un sistema de comunicaciones TETRA (ver apartado 5.1.2)

También se dispondrá en cada cabina de conducción de un teléfono móvil celular con base cargadora y sistema manos libres Bluetooth. El teléfono será extraíble para su uso fuera de la cabina de conducción. Cuando el teléfono se extraiga de su emplazamiento deberá desconectarse automáticamente del sistema manos libres.

Comunicación WI-Fi de banda ancha

Cada uno de los tranvías dispondrá de un sistema de comunicación Wi-Fi que permitirá la comunicación entre el vehículo y tierra.

Dicha comunicación deberá soportar una capacidad de transferencia de datos de por lo menos 8 MB/s de manera fiable y permanente.

Los usuarios de la red Wi-Fi serán

- CCTV (para descarga de video)

- Descarga de registros (alarmas, ...)
- Carga de contenidos al tranvía (megafonía, información al viajero, ...)

Se recomienda una arquitectura consistente en una antena de exterior, que preferentemente se ubicará en el techo del tranvía y una unidad de radio WLAN, como elemento standalone que se integrará en el armario de comunicaciones y sistemas de la unidad de tranvía.

Gestor de comunicaciones tren-tierra

El tranvía dispondrá de un sistema embarcado para gestionar las comunicaciones entre tren y tierra. Las funciones principales de este sistema serán las siguientes:

Gestionar las comunicaciones WIFI entre los sistemas embarcados en el tranvía (CCTV, SIV, sistema de registro de averías, ...) y los correspondientes sistemas de tierra para carga y descarga de ficheros.

Gestionar las comunicaciones de datos TETRA entre los sistemas embarcados en el tranvía y la aplicación de SAE del PCC para el intercambio de datos de explotación (número de unidad, número de conductor, código de ruta, PK, ...) y estado de los tranvías (averías, ...)

Recibir la hora de tierra y actuar de servidor horario para los equipos embarcados. Todos los equipos embarcados deberán sincronizarse con la hora recibida desde tierra.

Red troncal de Tranvía (TCN, Train Control Network)

El tranvía a suministrar dispondrá de una red troncal de control, que llamaremos también bus de tranvía, que conectará todos los sensores, equipos y actuadores con la unidad lógica del tranvía. Este bus estará definido por el estándar IEC 61375-1 para uso en aplicaciones e transmisión crítica en trenes.

Red ethernet

El tranvía a suministrar dispondrá de una red Ethernet para la conexión de los equipos embarcados que tengan un enlace inalámbrico con tierra para la carga y descarga de información.

Se valorará positivamente que el máximo número de equipos embarcados estén conectados a la red Ethernet para facilitar las tareas de mantenimiento.

La red Ethernet cumplirá las siguientes características mínimas:

- Configuración redundante con una arquitectura en anillo.

- Capacidad de los enlaces troncales: 1Gbps
- Capacidad de los enlaces de acceso: 100Mbps

El tranvía dispondrá de un dispositivo embarcado que permitirá el intercambio de información entre la red TCN y Ethernet.

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.

El vehículo debe estar dotado de un equipo, cuyo control y micrófono estarán situados en las cabinas de conducción. El equipo de megafonía se diseñará de forma que pueda ser mandado desde cualquier cabina.

El número de altavoces, colocación y potencia de salida, se estudiarán de forma que las instrucciones dadas a los viajeros se oigan perfectamente en cualquier punto de la Unidad de Tren, e independientemente de su velocidad.

Los altavoces serán accesibles para su mantenimiento y fáciles de adquirir en el mercado nacional.

El sistema de Megafonía permitirá la conexión de los equipos de adaptación para la emisión en modo T en los altavoces de la Unidad Tranvía.

El equipo deberá permitir las siguientes funciones:

- Funcionamiento unidireccional conductor-viajero, a voluntad del primero.
- Interconexión con el sistema de radiotelefonía.
- Música ambiental.
- Difusión de mensajes pregrabados y anuncio de estaciones en función de una serie de parámetros (punto kilométrico, instrucciones del maquinista, otras señalizaciones,...)

El equipo tendrá la capacidad suficiente para almacenar los mensajes pregrabados y las melodías de la música ambiental.

Permitirá la actualización de dichos contenidos a través de la red de comunicación Wi-Fi desde la correspondiente aplicación que estará instalada en la red de comunicaciones fija de tierra.

Comunicación interior (Interfonía)

El tranvía dispondrá de un sistema de interfonía half-duplex entre las cabinas de conducción y asociados a los dispositivos de alarma a disposición de los pasajeros Dichos dispositivos estarán próximos a las puertas de la unidad. Adicionalmente se instalará un interfono en cada zona PMR.

El sistema de Interfonía tendrá como objetivo fundamental el permitir establecer comunicaciones vocales entre:

- Pasaje - Cabina
- Cabina - Cabina

Los interfonos asociados a los dispositivos de alarma tendrán una interfaz de audio para la conexión de interfonos en modo T del tranvía.

Información a los viajeros

En el interior del tranvía también habrá teleindicadores para funciones de anunciación de estaciones que mostrarán el nombre de la línea, el destino final, la próxima estación y el lado de puertas a abrir en la próxima estación. Mostrarán además la hora y la temperatura exterior. Serán 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 Al menos dispondrá de 6 teleindicadores interiores. Serán como mínimo de tecnología LED o superior y deberán prever en su funcionalidad el mostrar datos que lleguen al material móvil desde PCC. Se valorará positivamente el uso de tecnología LCD o similar.

El tranvía dispondrá además de dos paneles de información exteriores ubicados en los frontales del vehículo, sobre la cabina de conducción. En dichos paneles se podrá observar el nombre de la línea comercial y el destino del tranvía.

Se valorará la inclusión de otros dos paneles de información exteriores laterales con la información de la línea comercial y el destino del tranvía.

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.

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.

Los contenidos podrán ser actualizados a través de la red de comunicación Wi-Fi desde la correspondiente aplicación que estará instalada en la red de comunicaciones fija de tierra y que es objeto de este suministro.

Las características requeridas para garantizar la compatibilidad entre el terminal embarcado son las siguientes y la red Wi-Fi instalada y:

- Estándares inalámbricos soportados: 802.11a/b/g/n
- Tasas de transmisión de información soportadas:
 - o Para 802.11a: 6 – 54 Mbps
 - o Para 802.11b: 1 – 11 Mbps
 - o Para 802.11g: 1 – 54 Mbps
 - o Para 802.11n: 1 – 108 Mbps
- Bandas de frecuencia de trabajo:
 - o 2,40 – 2,4897 GHz para comunicaciones según 802.11b/g
 - o 5,15 – 5,35 GHz para comunicaciones según 802.11a
 - o 5,47 – 5,725 GHz para comunicaciones según 802.11a
 - o Seguridad en la comunicación según estándar 802.11i (WPA2)
- Autenticación de cliente según 802.1X y direcciones MAC.
- Encriptación de la información según AES.
- Antena omnidireccional doble banda 2,4 / 5 GHz y ganancia efectiva mínima de 4 dBi.

Se recomienda una arquitectura consistente en una antena de exterior, que preferentemente se ubicará en el techo del tranvía y una unidad de radio WLAN, como elemento standalone que se integrará en el armario de comunicaciones y sistemas de la unidad de tranvía.

TCN(Train Communication Network):

- IEC 61375
- Ethernet:
- Red Ethernet IEEE 802.3
- Enlace troncal :1000BaseT
- Enlaces de acceso: 100BaseT

Se incorporan sistemas de información para personas de movilidad reducida PMR, según la normativa Induction Loop Systems to IEC 60118

En la parte superior del lado interior de todas las puertas 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).

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 tranvía tiene por objetivo:

- 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.
- Identificar los distintos elementos de mando destinados a las diferentes operaciones de explotación (como en caso de averías o de socorro de un tranvía por otro)

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

- 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).
 - Placa metálica con el nombre y anagrama del Suministrador, así como el año de producción de la unidad.
 - Inscripciones relativas a la carga máxima y al número total de asientos.
-

- Inscripción de señales de puntos de apoyo para el alzado de caja al lado de los enganches reservados a tal fin.

3.5.5. Durabilidad, fiabilidad y disponibilidad

3.5.5.1. Durabilidad

El tranvía estará concebido para durar 30 años a razón de 70 000 km./año.

En particular, los componentes o subconjuntos electrónicos de obsolescencia relativamente rápida, deberán seleccionarse o realizarse con interfaces eléctricas y mecánicas que permitan la sustitución o, en su defecto, la adaptabilidad de los nuevos productos disponibles en el mercado sin que ello afecte a los equipos o a sus interfaces.

El Ofertante del tranvía definirá las condiciones que permitan sobrepasar los 30 años de vida útil de los tranvías.

El ofertante del tranvía detallará en su oferta los planes de operación y mantenimiento de sus equipos así como su vida útil asociada, en función de la opción tecnológica ofertada, dedicando un capítulo especial y detallado a los equipos de alimentación sin línea aérea de contacto. En la evaluación de ofertas se tendrá en cuenta en su valoración los requerimientos mínimos planteados por el suministrador.

3.5.5.2. Fiabilidad

La fiabilidad global e individual del parque de tranvías será el objeto de un compromiso contractual por parte del proveedor del material móvil y alcanzable antes de la finalización de la garantía del sistema tranvía.

Averías e incidencias

Una avería es el paro aleatorio de la aptitud del material para llevar a cabo su función, que requiere una intervención de mantenimiento imprevisible, ya sea inmediata o diferida.

Una avería se califica como incidencia cuando produce una alteración del servicio.

La intervención se puede reducir a un simple diagnóstico y acto seguido, se vuelve a poner en servicio, por ejemplo en el caso de una señal que conduce a un NFF (Not failed found) o bien puede requerir muchas horas de trabajo para subsanar la avería.

Una avería se considerará avería sistemática cuando un sistema o equipo del tranvía absorba más del 30% de las averías producidas en el mismo con independencia de su valor

absoluto. En este caso, el Ofertante deberá introducir las modificaciones que sean necesarias para solventar el problema llegando incluso, si fuera necesario, a la sustitución de los equipos afectados por otros nuevos para los cuales deberá establecerse una garantía adicional para asegurar la bondad de tal modificación o sustitución.

NFF

Un NFF es una avería que, después de una intervención de diagnóstico, no trae como consecuencia una operación de arreglo, desmontaje o reparación de ningún componente. Los NFF son imputados al Suministrador y contados como averías de nivel 1.

MKBF (Mean kilometer Between Failures)

Es el recorrido medio entre dos averías expresadas en kilómetros.

El MKBF se calculará según la siguiente formula:

$$MKBF = \frac{\sum \text{km recorridos}}{\sum \text{averías producidas}}$$

Sobre el conjunto de las averías contadas, se distinguen 5 niveles de avería que llevarán asociados distintos valores de MKBF. A continuación de definen los distintos niveles:

Nivel 1

El conjunto de todas las averías imputables al material móvil englobando el NFF y aquellas averías debidas al reemplazamiento prematuro de las piezas de consumo. No están incluidas las que son causadas por el vandalismo o los accidentes, a las maniobras incorrectas de un viajero o de un agente de operación. Incluye los niveles siguientes.

Nivel 2

El conjunto de averías que necesitan un cambio de tranvía al final del recorrido por fallo de funcionamiento de algún sistema o función básica considerada por el operador del servicio; por ejemplo: condena de una puerta, fallo del aire acondicionado, etc. Incluye los niveles siguientes.

Nivel 3:

Incluyen todas aquellas incidencias que provoquen una pérdida de tiempo ≥ 5 minutos, Se incluyen los niveles siguientes.

Nivel 4

Incluyen aquellas incidencias que necesitan la evacuación inmediata o en la próxima estación, de los pasajeros, y el tranvía vuelve solo al taller o cocheras en marcha sin servicio, incluido el nivel siguiente.

Nivel 5

Incluyen aquellas incidencias que necesitan un socorro hasta talleres o cocheras.

3.5.5.3. *Objetivos de fiabilidad*

Los objetivos de fiabilidad, para el conjunto del parque serán los siguientes:

Nivel	MKBF (km/avería)	Periodo de cálculo
1	3.500	Semestre
2	30.000	Semestre
3	100.000	Semestre
4	250.000	Año
5	1.250.000	Año

Los objetivos de fiabilidad para cada uno de los tranvías considerados individualmente serán los siguientes:

Nivel	MKBF (km/avería)	Periodo de cálculo
1	3.000	Semestre
2	20 000	Semestre
3	Máximo 1 avería en periodo	Semestre
4	Máximo 1 avería en periodo	Año
5	Máximo 1 avería en periodo	Año

Estos valores se obtendrán integralmente antes del fin de la garantía del sistema, siendo preceptivo para que un tranvía salga de garantía lo siguiente:

- Haber transcurrido el periodo de garantía en tiempo o recorrido, lo que antes suceda.
- Que el parque tenga una fiabilidad global igual o superior a la especificada anteriormente.

- Que el tranvía en cuestión tenga una fiabilidad igual o superior a la especificada anteriormente.

El valor que se contrastará dependerá del periodo de medida que será distinto según el nivel considerado. El valor se calculará mensualmente añadiendo el valor del mes en curso y sustrayendo el valor del primer mes del índice anterior. El cálculo para cada mes i vendrá dado por la ecuación:

$$MHBF_i = \frac{\sum_{j=1}^i \text{km recorridos}}{\sum_{j=1}^i \text{averías}}$$

Y en donde km recorridos y averías se refieren a los valores del total del parque o del tranvía según proceda y n se corresponde con el número de meses del periodo de cálculo ($n=6$ para el semestre y $n=12$ para el año).

En caso de que el valor real obtenido no alcance los valores especificados se prolongará la garantía del tranvía por periodos de un mes hasta que se logren los objetivos.

3.5.5.4. Disponibilidad

La disponibilidad del parque de tranvías deberá ser compatible con los objetivos globales de disponibilidad global del sistema del tranvía que deberán ser alcanzados antes del fin de garantía del sistema tranvía.

Los tranvías deberán diseñarse en base a tecnologías fiables y contrastadas y con soluciones constructivas (subconjuntos independientes, redundancia, dobles circuitos de distribución cruzados, etc.) que permitan reducir, e incluso eliminar, el impacto de las averías en la operación.

3.5.5.5. Definición

La disponibilidad va seguida de un índice diario de disponibilidad ID, calculado todas las mañanas tras el arranque de la explotación en hora punta y elegido siguiendo la siguiente fórmula:

$$ID(\%) = \frac{\sum \text{tranvías en explotación}}{\sum \text{tranvías programados para la explotación}} * 100$$

El número de tranvías programados para la explotación incluye los tranvías de reserva programados para paliar cualquier retraso de algún tranvía en explotación debido a una avería que pudiera afectar la fiabilidad de servicio.

Un tranvía se considera “disponible” cuando es apto para la explotación con viajeros.

No están incluidas las que son causadas por el vandalismo o los accidentes, a las maniobras incorrectas de un viajero o de un operario.

Los tranvías no disponibles por vandalismo o avería no imputable al material móvil (accidente de la circulación no siendo consecuencia de una avería del material móvil, maniobras incorrectas de un viajero o de un operario) no se tendrán en cuenta a la hora de calcular el índice ID.

La disponibilidad del material móvil para la explotación se verifica diariamente según un programa de necesidades creado por la sociedad explotadora en función de los días de la semana y los periodos del año

3.5.5.6. Requerimientos de disponibilidad

El requerimiento diario de disponibilidad será: ID > 96% con una media mensual IDm > 98%, y la semestral de IDs > 99,5%, para la globalidad del parque.

Para el cálculo de la disponibilidad se seguirá lo indicado en el apartado anterior de la fiabilidad (periodo semestral).

3.5.6. Mantenimiento

3.5.6.1. Criterios de mantenimiento

El mantenimiento del material móvil será su aptitud a mantenerse o restablecerse en un estado en el cual pueda llevar a cabo su función correctamente.

Así mismo, se prestará especial atención en la fase de ingeniería a todas las disposiciones adoptadas para la ayuda a la operación y al mantenimiento, particularmente en lo que se refiere a:

- La detección, localización, memorización y señalización de las averías, con la función de ayuda al mantenimiento para el diagnóstico del sistema informático de supervisión del tranvía
- La seguridad del personal de intervención

- La facilidad de limpieza interior y exterior del tranvía
- La reducción de los tiempos de inmovilización
- La accesibilidad y rapidez de sustitución de los subconjuntos
- En espacio compartido con el tráfico viario (cabina, bajos de caja, etc.), la sustitución rápida de las zonas de carrocería frecuentemente dañadas
- La colocación en el techo del mayor número posible de equipos técnicos, con el fin de:
 - Optimizar el interior de los tranvías para los viajeros
 - Limitar al mínimo estrictamente necesario los equipos en la cabina evitando los tradicionales armarios de distribución entre la cabina y los viajeros.
 - Reducir las intervenciones del personal de mantenimiento dentro del tranvía.
- La facilidad de limpieza y sustitución de las piezas de desgaste
- La facilidad y reducción de los costes de aprovisionamiento (componentes con funciones parecidas estandarizados y conformes a las normas europeas en la totalidad del tranvía)
- Las soluciones técnicas para reducir, e incluso suprimir los desgastes (convertidores con semiconductores en vez de máquinas rotativas, motores de corriente alterna en vez de continua con escobillas de colector, etc.).

3.5.6.2. *Disposiciones exigidas*

Ver capítulo 9 de Exigencias relativas al mantenimiento.

3.5.6.3. *Objetivos de mantenimiento diario*

El tiempo necesario para efectuar el conjunto de las operaciones de mantenimiento corriente del día, antes de la puesta en servicio, no deberá sobrepasar 0,5 horas por tranvía.

3.5.6.4. *Objetivos de mantenimiento preventivo*

En mantenimiento preventivo, la manutención se mide por el número de horas efectuadas por tranvía y por año. El número de intervenciones no sobrepasará las 250 horas de media anual,

La vida promedio de las ruedas será mayor de 220.000 km.

Los reperfilados exigibles de la banda de rodadura deberán tener una periodicidad de 30.000 km mínimo. Manteniendo las mismas prestaciones especialmente los requerimientos de ruido.

3.5.6.5. *Objetivos en mantenimiento correctivo*

El mantenimiento correctivo, se medirá como sigue:

- Media de los tiempos de reparación (MTTR, Mean Time To Repair),
- Media de las horas- hombres de reparación (MPTTR, Mean Person Time To Repair)

Se define como reparación toda intervención con carácter definitivo, efectuada por un agente de mantenimiento. Después de una reparación, el material móvil dispondrá de todas sus características de origen.

El MTTR y el MPTTR solamente tienen en cuenta el tiempo de intervención en los tranvías. El tiempo de intervención incluirá:

- el tiempo de diagnóstico,
- el tiempo de reparación en el tranvía o su desmontaje, reparación o cambio y montaje posterior en el tranvía,
- el tiempo de comprobación del buen funcionamiento del tranvía y su puesta en servicio,

Excluyendo operaciones particulares, el tiempo medio de intervención por tranvía (MTTR) será de 1,5 horas.

El tiempo máximo de reparación para el 90% de las intervenciones no deberá sobrepasar las 3 horas.

Finalmente, en un 90% de las intervenciones el MPTTR será igual al MTTR (realizadas por 1 sola persona).

El cálculo de la mantenibilidad para la salida de garantía se realizará para la globalidad del parque de tranvías de la forma explicada en el apartado 3.5.5.3 de fiabilidad (periodo anual).

3.5.6.6. Facilidad de limpieza exterior

El diseño del material móvil permitirá su lavado en una máquina automática de lavado al paso, a velocidad de 1 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.

3.5.6.7. Facilidad de levante y reencarrilado

El vehículo deberá estar dotado de los elementos necesarios para posibilitar su alzado y/o reencarrilado en los márgenes de tiempo lo más cortos posibles.

3.5.6.8. Facilidad de reperfilado de las ruedas

El podrán reperfilar las ruedas del tranvía en un torno instalado en foso sin necesidad de desmontaje de los bogies respecto de la caja.

3.5.6.9. 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.

3.5.6.10. Agrupamiento de las funciones

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

3.5.6.11. 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.

3.5.6.12. 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.

3.5.6.13. 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.

3.5.6.14. Capacidad de evolución

En el caso de que algunos componentes o subsistemas se vuelvan obsoletos, el diseño del tranvía 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.

3.5.7. 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 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 de 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 europea EN 50126 y EN50129). 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 (EN 50126 y EN50129) 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 tranvía y por hora de funcionamiento, según EN 50126. 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 $10^{-4} < P < 10^{-3}$

3.5.8. Seguridad activa

La seguridad activa se garantizará gracias a las funciones de los equipos siguientes:

- Frenos.
- Puertas.
- Dispositivo de alarma y de evacuación.
- Hombre muerto.
- Precisión y disponibilidad de la información de velocidad.
- Bocina y luz piloto.
- Señalización e iluminación externa del tranvía.
- Dispositivos de vigilancia de los viajeros en el interior y al exterior del tranvía.
- Dispositivos relativos a la seguridad del conductor.
- Lazos de seguridad.
- Protección contra incendios.
- Protección eléctrica.
- Iluminación de emergencia.
- Comunicaciones.

3.5.8.1. Frenos

Como ya se ha dicho antes, el tranvía estará equipado como mínimo con cuatro tipos de frenos:

- o Un freno eléctrico (electrodinámico) regenerativo, que permite realizar un frenado sea por recuperación de energía (que se inyecta en el sistema de autonomía si lo hubiera , en un tercer carril si lo hubiera, 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 si lo hubiera , en un tercer carril si lo hubiera y si es posible técnicamente. Si aún queda energía se inyectará en la catenaria y el resto de energía que no

se pueda recuperar se disparará en los reóstatos. Este freno puede graduarse en deceleración por el conductor.

o 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 pax/m²) en la rampa máxima (8%).

Adicionalmente se entregará un documento mostrando las prestaciones de freno en degradado para una rampa del 8%.

o Un freno electromagnético de deceleración de freno constante.

o El freno mecánico de retención/estacionamiento. Dicho freno funcionará a pleno servicio sin energía eléctrica, ya que se usará para dejar el tranvía estacionado.

Los distintos usos de estos frenos conformarán los distintos modos de frenada: de servicio, de urgencia, de emergencia y de retención/estacionamiento (ver 3.1.5)

3.5.8.2. Puertas

Las puertas destinadas a los viajeros contendrán un dispositivo de seguridad que permita:

- Informar a los viajeros del cierre inminente de la puertas mediante un dispositivo sonoro y luminoso de funcionamiento intermitente, siendo visible en todas las condiciones de iluminación y suficientemente bien ubicada para que pueda ser vista por las personas con problemas auditivos cuando quieran subir al tranvía.
- El bloqueo automático de cada puerta tras el cierre de las mismas.
- No autorizar el arranque del tranvía hasta que todas las puertas estén cerradas y bloqueadas.
- Prohibir el cierre de la puerta cuando un viajero esté entrando o saliendo del tranvía, por el uso de células ópticas.
- Mandar la apertura parcial de la puerta cuando un viajero queda bloqueado entre los batientes de las puertas, con detección por sobreintensidad del motor de la puerta. Esta reapertura va seguida de una acción de cierre inmediato si no tiene obstáculos.

- Retirar cualquier objeto por mínimo tamaño que tenga de los batientes de la puerta (ropa, etc...), con detección por bordes sensibles.

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 estroboscópicas visibles tanto desde el exterior como del interior de la unidad, que parpadearán cuando vaya a realizarse la operación de cierre.

Cada puerta estará equipada con este dispositivo intermitente, siendo visible en todas las condiciones de iluminación y suficientemente bien ubicada para que pueda ser vista por las personas con problemas auditivos o cuando quieran subir al tranvía.

3.5.8.3. Dispositivos de alarma y de evacuación

Los dispositivos de alarma y de evacuación serán fácilmente accesibles a los viajeros y estarán dispuestos de forma que haya al menos uno de cada función en cada plataforma de acceso, diseñados según la descripción funcional que se muestra a continuación:

- El dispositivo de alarma permitirá a la persona que haya activado el sistema de alarma comunicarse de modo sonoro con el conductor. Este mismo dispositivo permitirá activar el frenado de emergencia si el tranvía se encuentra en la estación o si no ha sobrepasado los 5km por hora cuando sale de la estación. En caso de que varios viajeros llamen, solo se tendrá en cuenta el primero; al final de la comunicación entre el viajero y el conductor, el sistema se reinicializará automáticamente dejando libre el control. En caso de activarlo a más de 5 km/h el sistema no activará el freno de urgencia hasta que el tranvía vuelva a detenerse.
- El dispositivo de evacuación permitirá abrir la puerta en caso de emergencia sin la actuación del conductor o la presencia de energía. Este dispositivo estará protegido mediante un panel de plástico que puede ser destruido por una persona mediante un golpe.

El fabricante de material móvil propondrá en su oferta los dispositivos de alarma y evacuación que cumplan con la funcionalidad descrita o con otra parecida que justifique y permita las funciones de alarma y evacuación fácilmente a los viajeros.

3.5.8.4. Hombre muerto

Esta función permite a los transportes guiados la conducción con un solo conductor. El funcionamiento del dispositivo asegurará el control de vigilancia del conductor y deberá

autorizar el desplazamiento del tranvía, solamente si el agente mantiene pulsado intermitentemente el dispositivo instalado sobre el panel de conducción.

Este sistema será de doble seguridad, de acuerdo con las prescripciones de la ficha UIC 641-2-0, y estará complementado en cada cabina por un pedal en el suelo o otra instalación equivalente.

El equipo se ayudará del movimiento del manipulador, así como del cambio de estado de cualquier elemento de pupitre controlado por el sistema de autómatas. Esta funcionalidad no anula el sistema de pedal y pulsadores, que deberá ser atendido con la frecuencia demandada por la norma.

Dicho sistema deberá quedar anulado a tren parado, pero siempre que éste permanezca perfectamente frenado.

El equipo, siempre cumpliendo las prescripciones UIC, incorporará la funcionalidad de aumentar el requerimiento de respuestas del conductor, acortando los tiempos en función de la velocidad del tren, para de este modo, reducir la distancia de parada en caso de una indisposición grave del maquinista.

3.5.8.5. Los avisadores sonoros

El conductor debe tener a su disposición, en la zona primaria de su puesto de conducción, dos cláxones o avisadores sonoros electrónicos. Ambos avisadores serán de tipo campana o de dos tonos, con frecuencia y potencia sonora diferente y configurable.

También se dispondrá de una señalización acústica de marcha atrás.

Los avisadores sonoros se ajustarán a las condiciones prescritas en la UIC-644- OR

3.5.8.6. La señalización y el alumbrado exterior

El vehículo deberá tener en cada extremidad los equipos para alumbrado y señalización.

Comprenderán por lo menos:

- o Un sistema, que permita mantener un modo de conducción “marcha a la vista”, de alumbrado (cruce/carretera) para iluminar la parte delantera del vehículo.
- o Dos luces de posición (color amarillo auto y de LEDs) que señalarán la posición del tranvía. 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).

o Dos lámparas rojas de LED que se encenderán cuando el vehículo esté frenando (luces de freno) .

o Dos luces de color rojo de LED que se usarán para señalar el vehículo cuando las condiciones de visibilidad sean reducidas (noche, niebla...).

o El encendido de las luces vendrá determinado automáticamente por la cabina de conducción activa.

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

o Luces estroboscópicas en el frontal del tranvía para señalar frenado de urgencia o emergencia.

3.5.8.7. Dispositivos de vigilancia de los viajeros en el interior y al exterior del tranvía

Un sistema de cámaras de vídeo en color permitirá vigilar los espacios dedicados a los viajeros desde el puesto de conducción.

El sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) que se implementará en el material móvil deberá permitir lo siguiente:

- Visualización en tiempo real (a bordo) de las imágenes capturadas por las cámaras (según corresponda en cada caso)
- Grabación de todas las imágenes capturadas por las cámaras al menos durante un mes
- Descarga de las imágenes a tierra

Se instalará un número de cámaras que permita supervisar correctamente todo el interior del tranvía: en la zona frontal del tranvía (1 por cada frontal)

Se instalarán cámaras para supervisar el exterior y con función de espejos retrovisores (2 por cada cabina del tranvía).

Se instalará un grabador en cada tranvía (se valorarán opciones de redundancia). Deberá tener capacidad suficiente para almacenar 7 días de grabación de imágenes a 24 fps y con una resolución VGA. Las imágenes grabadas deberán ser extraídas en las instalaciones de

cocheras y talleres de mantenimiento durante la noche una vez por semana y conservadas durante un mes en el puesto de mando del tranvía tras la fecha de grabación. El sistema de grabación, almacenamiento y custodia deberá ser homologable en Ecuador para que tenga validez jurídica las grabaciones.

La visualización de las cámaras permitirá las configuraciones necesarias durante la operación de la unidad como son el espejado de imágenes según el sentido de marcha, autorización apertura de puertas, retrovisores, marcha atrás, el cambio entre visualización en modo mosaico a pantalla única, imágenes a presentar en cada modo de operación, etc.

El SW para la descarga remota y visualización de las grabaciones en tierra será objeto de este suministro. Este sistema permitirá

- Seleccionar las grabaciones a descargar filtrando por fecha, intervalo horario y cámara(s).
- Permitir la edición de la información descargada: visualización, borrado, cortes, extracción de fotogramas,...
- Permitir el almacenamiento de la información seleccionada en formato comercial (por ejemplo .avi)

3.5.8.8. Dispositivos relativos a la seguridad del conductor

La retrovisión por espejo, colocada apropiadamente en la cabina, permitirá al conductor ver a los viajeros que se encuentran situados detrás de la cabina.

El dispositivo de alarma anti-agresión permitirá al conductor contactar por radio con el Puesto Central de Mando a fin de evitar toda agresión. Este dispositivo activa igualmente señales visuales exteriores que se realizarán mediante un encendido en cadencia de luces y señales de peligro simultáneamente en los dos extremos de los tranvías.

La puerta de acceso a la cabina estará equipada con una cerradura inimitable, la cual será difícil de forzar y cuya llave solo podrá ser utilizada por personal autorizado.

3.5.8.9. Los lazos de seguridad

La detección de averías que ponen en peligro la seguridad de un tranvía se realizará mediante el corte inmediato de los diferentes lazos de seguridad.

Estas provocarán, por su inhibición, la activación del frenado de emergencia. Las funciones o equipos vigilados por estos lazos y las acciones resultantes se definirán en los estudios de

seguridad del funcionamiento a realizar por el constructor. En especial, y al menos las funciones de frenado, puertas, hombre muerto serán vigiladas mediante bucles de seguridad.

La aparición del frenado de emergencia debido al corte de un bucle de seguridad deberá traducirse igualmente a través de una información proporcionada al agente de conducción sobre el origen de la solicitud de frenado.

3.5.8.10. Protección contra incendios

El conductor poseerá en cabina y a su disposición un extintor de polvo para tratar de apagar cualquier incendio en el tranvía cualquiera que sea la causa.

3.5.8.11. Protección eléctrica

El conductor tendrá a su disposición los medios de intervención necesarios para desconectar, cualquier dispositivo, bajo tensión, susceptible de presentar riesgos para las personas (magnetotérmicos, interruptores, seccionadores, etc.)

3.5.8.12. Alumbrado de emergencia

En caso que la alimentación exterior del tranvía desaparezca durante más de 3 minutos, se mantendrá el alumbrado de emergencia. Para un espacio de tiempo superior, será la luz de emergencia la única de que se disponga. La iluminación de emergencia, alimentada directamente por la batería del tranvía entrará en servicio durante al menos una media hora.

El circuito de alimentación de iluminación de emergencia será completamente independiente del circuito de alimentación de iluminación normal.

El nivel de iluminación permitirá desplazarse en condiciones de seguridad por el interior de un tranvía parado en un túnel no alumbrado.

3.5.8.13. Comunicaciones.

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

En las circulaciones en zonas sin línea aérea de contacto el sistema de comunicaciones debe estar funcionando al 100% bajo todos los supuestos.

3.5.8.14. Seguridad pasiva

La seguridad pasiva deberá asegurarse por las funciones y los equipos claves siguientes:



- La resistencia a los esfuerzos verticales
- La resistencia a los efectos de tracción y compresión
- El dispositivo anti-climbing (cabalgamiento)
- El dispositivo anti-atrapamiento
- 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

Resistencia a los esfuerzos verticales de carga sin deformación permanente.

Las cajas del tranvía estarán dimensionadas para resistir esfuerzos verticales correspondientes a la carga excepcional (8 pasajeros/m²) más un 20% de acuerdo con la norma UNE-EN 126663 categoría P-V.

Además, el techo estará concebido para soportar sin deformación permanente todos los equipos en techo y además:

- El paso de los agentes de mantenimiento necesarios por ejercicio de sus labores, especialmente alrededor del sistema de captación de corriente.

Resistencia a los efectos de tracción y compresión

La estructura de la parte delantera y el enganche correspondiente del tranvía deben poder resistir esfuerzos longitudinales de tracción o compresión de 200kN.

Las partes delanteras y posteriores del tranvía 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 tranvía a la velocidad de conducción de maniobras (5km/h)

Anti-climbing

Las cajas que componen el tranvía estarán diseñadas de manera que se evite todo riesgo de cabalgamiento en caso de colisión violenta entre dos tranvías

Anti-atrapamiento

Las partes delantera y posterior del vehículo estarán equipados con un dispositivo tipo “pala” o similar, diseñado para rechazar los objetos ó cuerpos de debajo del tranvía.

La pala incorporará un dispositivo de adaptación al trazado que le permite mantenerse constantemente a 90mm del suelo.

Formas exteriores

Las superficies exteriores del tranvía, y más particularmente los extremos del tranvía serán lisos y no agresivos en caso de contacto con un peatón en un accidente.

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 desgarró, el desmontaje, la rotura, etc. Las superficies exteriores e interiores del tranvía estarán preparadas con pintura anti-graffiti. Las ventanas dispondrán de sistema “antiscratching” en el interior.

Los asientos en la medida de lo posible serán a prueba de desgarró (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.

La resistencia al fuego

El tranvía cumplirá en su totalidad con la norma de comportamiento a fuego NF F 16-101 y DIN 5510 contemplando una clasificación de vehículo, al menos, A2. Por tanto, todos los

materiales utilizados se encontrarán dentro de las clasificaciones de M y F de las diferentes rejillas que indica la norma según sea su aplicación y su ubicación dentro del tranvía.

El Oferente presentará en su oferta un programa de pruebas reales a realizar sobre un tranvía al objeto de estimar el comportamiento del sistema. Este protocolo será sometido a la aprobación de la Dirección de Obra y de la Administración.

Las características de ignifugación lo serán a título permanente. En caso de no ser así, se indicará en la oferta su período de validez.

Los equipos eléctricos deben respetar, en cuanto a los temas de resistencia al fuego y emisión de humos la normativa NF F 16-102 y DIN 5510, y las medidas globales de prevención contra incendios del propio vehículo deben ajustarse a las directivas citadas en la norma NF F 16-103 y DIN 5510.

Formará parte del proyecto la entrega de las certificaciones correspondientes a nivel de piezas y la simulación de incendio en el interior de módulo, cuya caracterización habrá de acordarse entre el Fabricante y la Administración.

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

El mobiliario interno

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

El tipo de materiales usados (cristaleras, partes de hierro...)

Se incluirán los cristales tintados y los cristales antirrayado.

Las formas (que no haya aristas vivas, evitar riesgos de aplastamiento...)

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.

La grabación de los eventos durante la marcha

La caja negra embarcada en el tranvía efectuará un registro continuado de una serie de señales analógicas y digitales. La caja negra debe ser tratada como un elemento de seguridad, disponiendo pues de las redundancias necesarias para cumplir las normativas UIC respecto de la seguridad en cuando a sus características, protección, alimentación, etc... La memoria de registro deberá cumplir la normativa BS/GO/OTS 203-Part C o IEEE1482.1.

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

- Equipo de a bordo.

Estará constituido por una central de registros estática y por los elementos de captación de señal y de medida necesarios.

Registrará como mínimo:

- Registros básicos iniciales: n° tranvía, n° agente, etc.
- Registro de velocidad, espacio y tiempo.
- Registro de número de tranvía o composición.
- Registro de fecha y hora.
- Registro de al menos 16 señales analógicas.
- Registro de al menos 128 señales digitales.

La memoria del registrador estará dimensionada para que, en condiciones de servicio normal y las señales habituales, permita que la duración del registro sea de aproximadamente 7 días.

Asimismo el equipo generará la señal de velocidad para control del indicador de velocidad, y en su caso, el equipo de tracción y 5 señales de velocidad ajustables.

La central de registro deberá poder ser extraída del tranvía sin perder el contenido de la memoria. Asimismo podrá ser extraído cuantas veces se desee.

- Equipo de transferencia y análisis de datos.

Existirá una manera de transferir los datos de la caja negra hasta un ordenador PC.

El Suministrador proporcionará un software en castellano que permita el análisis de los datos y su impresión sobre papel mediante impresora.

En toda la representación de los datos, ya sea en pantalla del ordenador o sobre papel, se especificará inequívocamente la fecha y hora en que se produjo cada acontecimiento.

En la oferta, se indicarán las características más importantes del equipo, en especial su capacidad y referencia de uso en otras administraciones ferroviarias.

Preferiblemente los encoder se incorporaran en ruedas no motorizadas y dispondrá en número suficiente para disponer de redundancia en el cálculo de la velocidad que deberán cumplir las normas UIC 541-05 apartado 1.6 y la EN15595:2009 apartado 4.3.

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 a las sollicitaciones mecánicas, tanto estáticas como dinámicas.

Botiquín embarcado

Cada cabina de conducción llevará un botiquín de primeros auxilios.

3.5.9. Control y seguimiento de los objetivos FDMS

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

Los valores de cada uno de los elementos Fiabilidad, Disponibilidad , Mantenimiento y Seguridad se han descrito en los apartados 3.5.5.2 y 3.5.5.3 Objetivos de fiabilidad, 3.5.5.4. y 3.5.5.5 Objetivos de disponibilidad, en el apartado 3.5.6 Mantenimiento y en el 3.5.7 Seguridad.

A continuación se definen dichas etapas:

- 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 tranvías en las instalaciones finales, ya entregados. El Suministrador 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 Suministrador asumirá todos los costes derivados de la puesta a punto en las instalaciones del cliente.

- **PERÍODO DE PRUEBAS**

Tras la finalización del período de pruebas se realizará la recepción provisional de los tranvías (siempre que sus características se adecuen 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, se atenderá a lo establecido en la parte "Explotación" de este PPTP.

- **PERÍODO DE CONSOLIDACIÓN**

Durante toda la fase de garantía, el Suministrador y el Explotador 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 los apartados anteriores. Mensualmente, el Suministrador 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 las prestaciones especificadas no sean alcanzadas.

- **PERÍODO DE OPERACIÓN**

Una vez superado el período de garantía y recibidos definitivamente los tranvías, se seguirá por parte del explotador la evolución de los parámetros FDMS, juntamente con otros indicadores de mantenimiento, para que se pueda evaluar la calidad del servicio suministrado a la ciudad de Cuenca.

Resumen de Ratios FDMS solicitados

Ratios de Fiabilidad (En periodo de garantía y mantenimiento)

Los objetivos de fiabilidad, para el conjunto del parque serán los siguientes:

Nivel	MKBF (km/avería)	Periodo de cálculo
-------	------------------	--------------------

1	3.500	Semestre
2	30.000	Semestre
3	100.000	Semestre
4	250.000	Año
5	1.250.000	Año

Los objetivos de fiabilidad para cada uno de los tranvías considerados individualmente serán los siguientes:

Nivel	MKBF (km/avería)	Periodo de cálculo
1	3.000	Semestre
2	20 000	Semestre
3	Máximo 1 avería en periodo	Semestre
4	Máximo 1 avería en periodo	Año
5	Máximo 1 avería en periodo	Año

(ver definición a apartado 3.5.4)

Ratios de Disponibilidad (En periodo de garantía y mantenimiento)

El requerimiento diario de disponibilidad será: ID > 96% con una media mensual IDm > 98%, y la semestral de IDs > 99,5%, para la globalidad del parque.

(ver definición a apartado 3.5.5)

Ratios de mantenibilidad (En periodo de garantía y mantenimiento)

En mantenimiento preventivo:

El número de intervenciones no sobrepasará las 250 horas de media anual,

La vida promedio de las ruedas será mayor de 220.000 km.

Los reperfilados exigibles de la banda de rodadura deberán tener una periodicidad de 30.000 km mínimo. Manteniendo las mismas prestaciones especialmente los requerimientos de ruido.

En mantenimiento Correctivo:

Excluyendo operaciones particulares, el tiempo medio de intervención por tranvía (MTTR) será de 1,5 horas.

El tiempo máximo de reparación para el 90% de las intervenciones no deberá sobrepasar las 3 horas.

En un 90% de las intervenciones el MPTTR será igual al MTTR (realizadas por 1 sola persona).

El cálculo de la mantenibilidad para la salida de garantía se realizará para la globalidad del parque de tranvías de la forma explicada en el apartado 3.5.5.3 de fiabilidad (periodo anual).

(ver definición a apartado 3.5.6)

Ratios de Seguridad (En periodo de garantía y mantenimiento)

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 tranvía y por hora de funcionamiento, según EN 50126. 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 $10^{-4} < P < 10^{-3}$

(ver definición a apartado 3.5.7.)

4. EXIGENCIAS PARA EL DISEÑO DEL TRANVÍA

4.1. ARQUITECTURA GENERAL

La arquitectura del tranvía será el resultado de la aplicación de las exigencias y obligaciones técnicas señaladas en los distintos apartados del pliego de especificaciones técnicas, especialmente en lo que se refiere a :

- la modularidad y evolución,
- la inserción en el trazado,
- la accesibilidad y habitabilidad,
- la ergonomía y seguridad.

4.2. ARQUITECTURA Y DISEÑO

La imagen del futuro material móvil del corredor tranviario de la Red Primaria de Transporte de la ciudad de Cuenca, su integración en la ciudad, sus funcionalidades y todo lo que pueda conferirle gran atractivo y éxito se debe al cuidado particular que aportará el fabricante en lo referido al diseño del material.

El diseño específico del interior y exterior será realizado por un especialista de reputada experiencia que deberá proponer varias alternativas al cliente.

4.2.1. Percepción exterior del tranvía

Las exigencias de diseño serán elaboradas con el objeto de que el aspecto exterior del objeto móvil representado por el tranvía responda con sus formas, colores y escala, a un conjunto de objetivos, entre ellos :

- presentar una imagen acorde con las características vinculadas a la red de transporte urbano de la municipalidad de Cuenca y a la nueva línea de tranvía y en particular las estaciones,
- pertenecer a una familia de objetos contemporáneos, es decir, utilizando las tecnologías más avanzadas, y al mismo tiempo, adaptadas al hombre.
- Flexible y sólido, estos componentes influirán en las formas, en el comportamiento dinámico y seguro gracias a su fiabilidad.
- No agresivo, integrándose y respetando el medio ambiente y contribuyendo a la calidad de vida en la ciudad, por su estatus indiscutible de tranvía urbano.
- accesible, aunque protegido de las agresiones exteriores,
- confortable, ofreciendo una impresión de tranquilidad a sus pasajeros, con una insonorización muy cuidada y una luminosidad relajante, así como una elección de tonos interiores apropiados.
- reconocible y legible a primer golpe de vista por el viajero, transeúnte, ciudadano, etc. Las distintas partes del tranvía deberán ser fácilmente reconocibles así como las diferentes funciones útiles para los viajeros.

Por ello, las formas y colores, el nivel del acabado, la inserción de cada subconjunto de la unidad (bogies, pantógrafo, equipamientos, etc.), el aspecto uniforme del techo así como el

impacto visual resultado de todos estos elementos, contribuirán a la consecución de dichos objetivos.

4.2.2. Diseño del tranvía

Como complemento a su propuesta técnica, el constructor deberá presentar a modo de planos previos o planos directores, esquemas, montajes fotográficos, simulación en vídeo, etc, su transcripción y comprensión de las exigencias en materia de diseño en los puntos que se citan más abajo.

4.2.2.1. Aspectos generales

- Funcionalidades del material,
- Ergonomía (uso o mantenimiento),
- Confort y accesibilidad de los viajeros,
- Información de los usuarios,
- Explotación (conducción, durabilidad, limpieza, facilidad de mantenimiento),
- Factibilidad industrial y calidad de realización
- Estandarización y modularidad de los equipamientos
- Economía del proyecto,
- Imagen de marca y valor estético final,
- Desmontabilidad, reciclaje o revisión de los elementos constitutivos.

4.2.2.2. Arquitectura exterior del tranvía

- Definición del extremo delantero,
 - Definición del aspecto global de las caras laterales,
 - Definición del aspecto y revestimiento exterior (dimensión y posición de los cristales, puertas, parachoques e intercirculaciones, ...),
 - Modularidad de la caja y equipamientos,
 - Tratamiento de la caja exterior,
-

- Inserción del techo en la forma general (prolongación de la carrocería),
- Estética general y ambiente del tranvía (formas, colores, materiales, ...).

4.2.2.3. Colocación de los equipos bajo el chasis

- Integración y cierre de los bogies,
- Aparta-objetos,
- Faldas y parachoques,

4.2.2.4. Modulación interior

compartimento de viajeros :

- distribución del espacio de los compartimentos de viajeros e intercirculaciones,
- tratamiento de la caja interior,
- ubicación de las señales y sistemas de información de viajeros.
- estética general y ambiente interior del tranvía (formas, colores, materiales, ...),
- diseño de los asientos y distintos apoyos,
- dispositivo de mantenimiento de los viajeros a pie.

cabina de conducción :

- estudio ergonómico del puesto de conducción (asiento, mandos, ...),
- inserción y tratamiento de los equipamientos (SAE-SAI, radiotransmisión...),
- tratamiento de la caja.

ergonomía:

- equilibrio de los viajeros,
 - maniobrabilidad de las puertas,
 - accesibilidad,
-

- limpieza y desmontabilidad.

Iluminación y alumbrado:

- Iluminación interior,
- Iluminación exterior.

Sonoridad del tranvía:

- anuncios,
- mensajes e información sonora.

Realización de maquetas:

- Es suficiente con la presentación en formato 3D de alta definición mediante software del modelo del tranvía y de sus diferentes variables y partes asociadas como distribución cabina, zona de pasaje, distribución exterior equipos, etc.

5. INTERFACES FUNCIONALES CON OTROS CONTRATISTAS Y LÍMITES DE SUMINISTRO

En este apartado se citan los distintos sistemas embarcados con los que tiene que tener interfaces el material móvil y que es necesario que sean conocidos por el Suministrador de Material Móvil para que realice las necesarias preinstalaciones. Se presenta la información dividida por subsistema.

Los elementos a instalar en el tranvía provenientes de otros sistemas serán instalados físicamente y probados en el tranvía por el suministrador del material móvil, de manera coordinada con el contratista del sistema. Lo hará en base a planos, especificaciones y materiales que se le suministraran para tal fin.

En fábrica el Suministrador probará los sistemas embarcados y en las instalaciones del cliente, de manera previa a la Recepción Provisional, se probarán sus interfaces con la infraestructura fija.

Para cada uno de los subsistemas se presenta el conjunto de equipos a instalar. El suministrador de Material Móvil deberá prever las necesarias preinstalaciones (espacios para equipos, cableados, huecos pasa-cables, etc..).

Todos los equipos embarcados cumplirán con las normas ferroviarias en vigor.

Las prestaciones relativas a las interfaces y la carga de los subsistemas tal como se definen en las tablas siguientes constituyen las prestaciones mínimas que se completarán mediante el estudio de detalle realizado en la fase de ejecución.

El Suministrador deberá elaborar en la fase de diseño un documento de definición y descripción detallada de cada interface entre su contrato y los otros contratos siguientes. Este documento será sometido a la aprobación del cliente. Deberá ser actualizado durante la vida del contrato y sometido a la aprobación del cliente en cada actualización.

El documento de interfaces deberá incluir toda la información relativa al interface de hardware, software, instalación, accesibilidad para mantenimiento y planificación de acceso de un contratista a la instalación, pruebas o validación del interface, entrega de información y documentación necesaria para el diseño. El Suministrador estará obligado al cumplimiento de su propia especificación de interface o la de otro contratista que él haya validado, sin que den lugar a ningún tipo de reclamación alguna por parte del Suministrador.

Se deberá tener en cuenta por parte del Suministrador que a la firma del contrato no estará disponible la información relativa a los interfaces de los otros contratos que se firmarán con un decalaje de varios meses, por lo que su cronograma deberá reflejar este aspecto.

5.1. INTERFACE CON SISTEMAS DE SUMINISTRO EXTERNO

Todos los equipos, dispositivos, estudios de interfaces, especificaciones, etc., deberán ser coordinados con las respectivas Empresas para obtener los permisos y autorizaciones de los entes reguladores de acuerdo a la ley ecuatoriana vigente en la región a implementar tales sistemas como: diseños eléctricos, de telecomunicaciones, radio frecuencia y/u otros diseños necesarios respectivamente aprobados, concesión de frecuencias, etc. previo a realizar la inserción, operación de los mismos e interfaces específicas detalladas en los apartados: 5.1.3 a 5.1.5 e interfaces del apartado 5.2

5.1.1. Interfaces comunes a todos los equipamientos de suministro externo

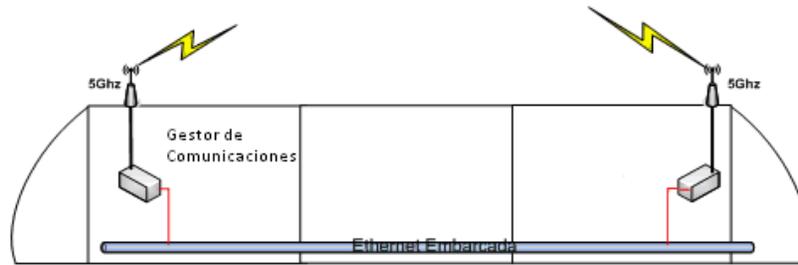
Denominación	Límite de prestación	
	Sistemas	Material Móvil
Estudio de la interface	Especifica el tipo de necesidades (cuantitativa, dimensiones, energía, conectividad, intercambio de datos físicos y lógicos etc.) para cada sistema embarcado a instalar. Participará en la puesta a punto de la especificación detallada de interface.	Considerará las especificaciones requeridas y definidas por el contratista de sistemas. Estudiará la inserción de los equipamientos requeridos en el tranvía. Redactará y aprobará la especificación detallada de interface.

Denominación	Límite de prestación	
	Sistemas	Material Móvil
Alimentación	Definirá sus necesidades. Definición de los circuitos y las protecciones considerando las especificaciones definidas por el constructor del material móvil.	Suministrará la alimentación eléctrica de los equipamientos de sistemas embarcados y las protecciones eléctricas asociadas. Especificación detallando las tensiones disponibles en el material móvil con las obligaciones de conexiones y los límites de funcionamiento de la alimentación. Planos y esquemas indicando los emplazamientos de la alimentación disponible en el tranvía
Cableado y conectores	Suministrará todos los conectores (material móvil y equipamientos) de tipo no estándar al del material móvil necesarios para sus equipamientos. Definición de cables y conectores necesarios para los "equipamientos de sistema" teniendo en cuenta las especificaciones establecidas por el constructor del material móvil.	Definirá con precisión la lista de cables y conectores de cables estándar del material móvil. Suministrará todos los cables del material móvil necesarios para los equipos de sistemas. Suministrará todos los conectores (material móvil) de material móvil necesarios para los equipos de sistemas. Elaborará la lista con las referencias de los cables, conectores y protecciones utilizadas de manera estándar por el constructor del material móvil. Instalará los equipos, cables y conectores de sistemas de acuerdo a las instrucciones del Contrato Sistemas.
Pulsadores y señales insertadas en el puesto de conducción y necesarios para los equipamientos de sistemas embarcados.	Definirá sus necesidades y exigencias de inserción de estos elementos, teniendo en cuenta las especificaciones del constructor de material móvil.	Reservará espacio para los pulsadores en el panel de control o en la cabina. Realizará las especificaciones de inserción para el Contratista de sistemas. Redacción de la lista con las referencias de los botones pulsadores e indicadores dentro del tranvía. Suministrará e Instalará los pulsadores y señales insertados en el puesto de conducción de acuerdo a las instrucciones del Contrato Sistemas.
Carcasas para equipamiento electrónico y mesas de los equipamientos de sistemas.	Definirá sus necesidades de inserción y de entorno (accesibilidad para mantenimiento y ventilación), teniendo en cuenta las limitaciones impuestas por Material Móvil. Suministrará las carcasas	Realizará las reservas necesarias para las carcasas y conducción de las mesas. Instalará los equipos. Estudiará, suministrará y realizará las piezas y soportes de adaptación mecánica de los equipos de

Denominación	Límite de prestación	
	Sistemas	Material Móvil
	electrónicas y las mesas. Suministrará los planos de inserción para la aprobación por parte del constructor del material móvil.	sistemas para su instalación. Realizará las especificaciones técnicas de inserción en el material móvil Reservará emplazamientos para los armarios técnicos y paneles de mando.
Antena y equipos bajo y sobre el bogie Antenas de radio en el techo del tranvía	Definirá sus necesidades de inserción Suministrará las antenas y equipos bajo y sobre bogies, incluyendo amortiguadores. Y suministro de antenas de radio. Suministrará los planos de inserción para su aprobación por el constructor del material móvil.	Realizará la reserva necesaria de espacio para la ubicación de captadores, antenas y equipos bajo y sobre bogies. Estudiará y proporcionará las piezas de adaptación mecánica. Instalará los equipos Realizará las especificaciones técnicas de inserción en el material móvil.
Estudios de inserción y especificaciones detalladas de la interface entre el material móvil y cada equipamiento.	Participará activamente en los estudios de inserción y en la redacción de la especificación.	Redactará la especificación. En su caso, estudiará y proporcionará las piezas de adaptación mecánica.
Montaje de los equipamientos de sistemas activos en los tranvías y puesta en servicio del equipo.	Suministrará los equipamientos de antenas y CPU de SAE y realizará su configuración.	Montará las cajas, cierres y/o soportes de los equipamientos de sistemas. Montará y cableará los equipamientos incluyendo los soportes y fijaciones.
Ensayos de la interface entre el material móvil y cada equipamiento de sistema.	Será responsable, organizará y controlará los ensayos. Redactará las especificaciones de ensayos de la interface. Estos ensayos comprenderán ensayos tipo y de serie (mecánico, eléctrico e informático, funcional).	Participará activamente en la elaboración de las especificaciones de ensayos. Aprobará las especificaciones de ensayos. Participará activamente en los ensayos.

5.1.2. Radiocomunicaciones TETRA (suministro externo)

En cada unidad de tranvía se instalará un terminal de radio TETRA en cada cabina de conductor.



El terminal radio contará de micrófono de mano con PTT, altavoz, antena y caja de interconexión. Adicionalmente contará con un pedal de activación de PTT.

La comunicación relativa a sistemas de información llevada a cabo entre los vehículos y el PCC se realizará usando las aplicaciones de datos proporcionadas por la red TETRA. Para ello, será necesaria la definición de las interfaces entre el terminal TETRA y el equipamiento del tranvía.

5.1.3. Interfaces específicas con el SAE – SIV

Sistema embarcado relativo al mando centralizado del tráfico (SAE- SIV : Sistema de Ayuda a la Explotación y Sistema de Información al Viajero)

El sistema S.A.E. deberá garantizar las funciones siguientes:

- Seguimiento del horario y las consignas de regulación,
- La localización e identificación del tranvía,
- Telemedidas de ayuda a las operaciones, transmisión de datos,
- Gestión de itinerarios y datos del vehículo/servicio,
- Gestión de los indicadores exteriores de destino y letreros interiores,
- Gestión de mensajes pregrabados.

Los equipamientos a integrar en el tranvía serán, a priori, una interfaz en cada cabina, una caja de transmisión, una cpu, las antenas necesarias.

Definición	Límite de prestación	
	SAE - SIV	Material Móvil
Alimentación	Definirá sus necesidades. Definición de los circuitos y las protecciones considerando las	El SAE - SIV se alimentará durante una hora tras la desconexión del tranvía.

Definición	Límite de prestación	
	SAE - SIV	Material Móvil
	especificaciones definidas por el constructor del material móvil	Definirá las especificaciones.
Captador de información de velocidad	Recuperará y tratará las informaciones de velocidad. Realizará programación del interface si procede.	Suministrará el captador odométrico e información de velocidad. Especificará el captador.
Letreros informativos interiores, laterales y frontales	Generará los mensajes a publicar.	Suministrará y colocará los letreros informativos (interiores, laterales y frontales) Definirá las especificaciones.
Sistema de megafonía de los tranvías	Generará el código del anuncio pregrabado a difundir. Generará la señal BF de mensajes vocales de megafonía embarcada desde el PCC.	Suministrará y coloca el sistema de sonorización, incluyendo el sintetizador vocal. Definirá las especificaciones.
Aspecto funcional del intercambio de datos entre el material móvil y el SAE - SIV	<p>El SAE - SIV proporcionará al material móvil las informaciones mínimas siguientes:</p> <p>El código del anuncio pregrabado a difundir.</p> <p>La información de encendido automático de las luces de los vagones de viajeros.</p> <p>Los mensajes de información de viajeros a publicar en el vagón.</p> <p>Los códigos de destino a colgar en los sistemas de información de viajeros exteriores.</p> <p>La información de accionamiento de engrase de pestañas.</p> <p>El número de servicios (o cadena de carácter) a publicar.</p> <p>La localización del tranvía (n° de estación...).</p> <p>El sentido de circulación del tranvía.</p> <p>La información "selección de lado". Dicha información se emite a la entrada en la estación e indica el lado de apertura de las puertas.</p> <p>La hora para sincronizar los diferentes equipamientos destinatarios de información/datos.</p> <p>El N° de cámara embarcada a seleccionar para la transmisión al PCC.</p> <p>El accionamiento de lubricación de pestañas de ruedas en curvas.</p> <p>El accionamiento de alumbrado del tranvía en algunos sectores geográficos (túneles, garajes, ...)</p>	<p>El material móvil proporcionará al SAE - SIV la información mínima siguiente:</p> <p>Información sobre la distancia recorrida (información del captador odométrico).</p> <p>N° de parque de la carrocería del tranvía</p> <p>Información de la cabina M1 activada</p> <p>Información de la cabina M2 activada</p> <p>Información de marcha atrás.</p> <p>Información de llamada de socorro.</p> <p>Información de apertura (anti-cierre) de las puertas lado a.</p> <p>Información de apertura (anti-cierre) de las puertas lado b.</p> <p>Información de desbloqueo de las puertas (accionada por el conductor).</p> <p>Información del dispositivo de desbloqueo de socorro de viajeros activado</p> <p>Información de accionamiento de frenado de emergencia activado por el dispositivo de vigilancia automática del estado de vela del conductor.</p> <p>Información de accionamiento de frenado de emergencia.</p> <p>Información de fallo presente en el sistema de megafonía, fallo presente en indicador de dirección, fallo presente en paneles interiores, fallo presente en sistema de engrase de pestañas.</p> <p>Información de fallos de los emisores embarcados del sistema de señalización viaria.</p>

Definición	Límite de prestación	
	SAE - SIV	Material Móvil
		Información de fallo de mando de agujas. Las alarmas de explotación (en tiempo real).

5.1.4. Interfaces específicas con Mando de agujas

Este sistema asegurará, una vez activado, el mando de maniobra automática de las agujas a partir del tranvía.

Se instalará en el tranvía :

- Dos antenas bajo el chasis,
- Dos electrónicas de control

Denominación	Limite de prestación	
	Mando de agujas	Material Móvil
Información a suministrar por cada Contratista dentro del tranvía	Definirá sus necesidades de inserción Suministrará los planos de inserción para su aprobación por el constructor del material móvil Información de fallo del sistema	La información de cabina activa
Equipos a suministrar por cada contratista	Definirá sus necesidades de inserción y de entorno (accesibilidad para mantenimiento y ventilación), teniendo en cuenta las limitaciones impuestas por Material Móvil.	La alimentación del dispositivo a partir de la red de baja tensión y su protección (condicionada a la cabina activa), El dispositivo de mando (conmutador) permitiendo seleccionar el modo de funcionamiento(auto/manual), Pulsadores de control de agujas. Un bus de comunicación entre el sistema de telemando de agujas y el sistema de procesado central del tranvía, que estará conectado al SAE Espacio para el controlador del sistema.
Estudios de inserción y especificaciones detalladas de la interface entre el	Participará activamente en los estudios de inserción y en la redacción de la especificación.	Redactará la especificación. En su caso, estudiará y proporcionará las piezas de adaptación mecánica.

Denominación	Limite de prestación	
	Mando de agujas	Material Móvil
material móvil y el control del mando de agujas		
Montaje de los equipamientos de sistemas activos en los tranvías y puesta en servicio del equipo.	Suministrará los equipamientos de antenas y CPU y realizará su configuración.	Montará las cajas, cierres y/o soportes de los equipamientos de sistemas. Montará y cableará los equipamientos incluyendo los soportes y fijaciones.
Ensayos de la interface entre el material móvil y cada equipamiento de sistema.	Será responsable, organizará y controlará los ensayos. Redactará las especificaciones de ensayos de la interface. Estos ensayos comprenderán ensayos tipo y de serie (mecánico, eléctrico e informático, funcional).	Participará activamente en la elaboración de las especificaciones de ensayos. Aprobará las especificaciones de ensayos. Participará activamente en los ensayos.

5.1.5. Interfaces específicas para la señalización para los cruces y Prioridad de paso

El sistema tratará la gestión de los semáforos de los cruces para garantizar el accionamiento automático de prioridad. Se compondrá a priori:

- Dos antenas bajo el chasis
- Dos electrónicas asociadas

Denominación	Limite de prestación	
	Mando prioridad Cruces	Material Móvil
Información a suministrar por cada Contratista dentro del tranvía	Definirá sus necesidades de inserción Suministrará los planos de inserción para su aprobación por el constructor del material móvil Información de fallo del sistema	La información de cabina activa
Estudios de inserción y especificaciones detalladas de la interface entre el material móvil y cada equipamiento.	Participará activamente en los estudios de inserción y en la redacción de la especificación.	Redactará la especificación. En su caso, estudiará y proporcionará las piezas de adaptación mecánica.
Montaje de los equipamientos de sistemas activos en los	Suministrará los equipamientos de antenas, CPU de control y realizará su configuración.	Montará las cajas, cierres y/o soportes de los equipamientos de sistemas.

Denominación	Límite de prestación	
	Mando prioridad Cruces	Material Móvil
tranvías y puesta en servicio del equipo de petición de prioridad semafórica.		Montará y cableará los equipamientos incluyendo los soportes y fijaciones.
Ensayos de la interface entre el material móvil y cada equipamiento de sistema.	Será responsable, organizará y controlará los ensayos. Redactará las especificaciones de ensayos de la interface. Estos ensayos comprenderán ensayos tipo y de serie (mecánico, eléctrico e informático, funcional).	Participará activamente en la elaboración de las especificaciones de ensayos. Aprobará las especificaciones de ensayos. Participará activamente en los ensayos.
Equipos a suministrar por cada contratista	Definirá sus necesidades de inserción y de entorno (accesibilidad para mantenimiento y ventilación), teniendo en cuenta las limitaciones impuestas por Material Móvil. Suministrará los equipos a instalar.	Alimentación del dispositivo a partir de la red de baja tensión y su protección (condicionada a la cabina activa), Un bus de comunicación entre el sistema de accionamiento de prioridad en cruce y el sistema de procesado central del tranvía, que estará conectado al SAE. Espacio para sus equipos.

El material rodante no tiene interfaces con la señalización viaria mediante ningún mando a distancia para la prioridad en las intersecciones. Esta práctica además de contraproducente porque puede darse un uso incorrecto del dispositivo no es necesaria ya que el sistema de prioridad semafórica descrito en el documento E2.06 Sistemas de operación y mantenimiento establecen un sistema de microregulación y detección del tranvía basado en balizas y espiras enterradas que no necesita de acción por parte del conductor. Esto redundará también en la seguridad de la conducción al no distraer al conductor con preocupaciones de activación o no de los cruces y también en que evita errores humanos.

5.2. INTERFACE CON ELECTRIFICACIÓN

5.2.1. Interface con Energía

Denominación	Límite de prestación	
	Energía	Material móvil
Dimensionamiento de la red energía	Tendrá en cuenta las características del material móvil y efectúa el dimensionamiento de la red energía.	Definirá y entregará las características técnicas y electromecánicas del material móvil, especialmente los requerimientos para el tramo sin línea aérea de

Denominación	Límite de prestación	
	Energía	Material móvil
		contacto y futuras ampliaciones

5.2.2. Interface con Línea aérea

Identificación de la interfaz	Límite de prestación	
	Línea aérea	Material Móvil
Pantógrafo	Ejecutará la línea aérea y respetará las especificaciones del Pliego de Material Móvil	Definirá las características del pantógrafo y de las bandas de rozamiento: material, longitud, anchura, curvatura, despliegue, ángulo de giro, presión y respetará las especificaciones de la Catenaria, especialmente los requerimientos para el tramo sin línea aérea de contacto y futuras ampliaciones

6. EXIGENCIAS TÉCNICAS

A la hora de proponer soluciones constructivas, el Suministrador dará preferencia a soluciones probadas, sin que ello dé lugar a proponer soluciones obsoletas que hayan sido superadas por mejores soluciones probadas y en servicio.

6.1. DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA

El Dimensionamiento de la estructura se realizará considerando los casos de cargas y esfuerzos definidos en el apartado de seguridad pasiva.

6.2. DIMENSIONAMIENTO DEL CHASIS DE BOGIE

Los esfuerzos elegidos para el cálculo del chasis de bogie derivarán de dos condiciones:

- condiciones estáticas debidas a la carga soportada por el bogie.
- condiciones dinámicas impuestas por el rodamiento de los tranvías en la vía cuya definición geométrica es conocida.

Los bogies serán de vehículos 100% piso bajo, respecto al tipo de bogie y sistema mecánico de tracción.

Se dan a continuación una serie de criterios generales aplicables a un bogie convencional que se deberán tenerse en consideración siempre y cuando sean de aplicación al bogie considerado en la oferta.

Como principios generales de diseño, deberán considerarse fundamentalmente los correspondientes a simplicidad, accesibilidad y mantenimiento reducido, compatible con unas buenas características de adherencia rueda-carril, estabilidad de marcha, reparto uniforme de carga entre las ruedas, seguridad de rodadura, mínima agresividad a la vía, correcta inscripción en los trazados y la máxima seguridad debida al servicio a prestar. Se valorará la intercambiabilidad de todos los elementos. Se valorará la disposición de diferencial mecánico que permita diferentes velocidades de ruedas paralelas en curvas.

El bogie incorporará también los elementos para la suspensión del vehículo que constará de dos etapas: suspensión primaria y secundaria. Todos los elementos constitutivos del bogie serán si es posible total o parcialmente intercambiables, para que los bogies resultantes sean también intercambiables. Las ruedas serán elásticas y no se considerarán como una etapa de suspensión.

El tipo de bogie, eje o elemento de rodadura seleccionado deberá permitir el torneado de ruedas en los tornos de foso habituales para estos usos.

Asimismo, deberán tener un mantenimiento reducido teniendo en cuenta la simplicidad en el montaje de la caja sobre los bogies, la ausencia de elementos sometidos a fricción y la accesibilidad de los distintos componentes, en especial los motores de tracción. Se valorará muy positivamente la facilidad de desmontaje de los distintos elementos del sistema de tracción y que esta manipulación pueda realizarse sin levantar el vehículo.

El sistema de propulsión del bogie se efectuará mediante motores, actuando cada uno de ellos en función de su tecnología sobre un eje, rueda o conjunto de dos ruedas de un lateral, mediante los reductores y acoplamientos elásticos necesarios.

Se darán las máximas referencias de bogies iguales, o sí no fuese posible de concepción análoga, que circulen en otras administraciones, nº de vehículos, km. recorridos (máximo por vehículo y flota a fecha actual).

Con la oferta deberán presentarse, como mínimo, la documentación y cálculos previos que a continuación se indican para cada tipo de bogie / elemento de rodadura:

- Plano de conjunto y detalles de los bogies que se estimen convenientes para mejor comprensión del bogie que se oferta.

- Peso y características principales de los bogies.
- Cálculo dinámico de estabilidad del vehículo, a la velocidad máxima de 70 Km/h con perfiles de rodadura nuevos y usados.
- Cálculo previo de las frecuencias propias de las suspensiones vertical y transversal.
- 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 reperfilado de pestañas

6.2.1. Condiciones estáticas

Los esfuerzos estáticos aplicados a los bogies dependerán del reparto de la masa total de la caja y sus ocupantes. La masa aplicada a un bogie corresponde a estos esfuerzos a los que hay que quitar la masa de cada bogie. Obtenemos así la masa suspendida (MS).

La condición de carga máxima (C3) sirve de base de cálculo para el Dimensionamiento de las estructuras de los bogies. Para cada bogie, la C3 estará aumentada en un 50 % de las masas entre las estructuras del bogie considerado y la caja, y eventualmente, aumentado de las masas de los motores de tracción.

Las cargas de cálculo que actúan lateralmente o longitudinalmente en los bogies corresponden a esfuerzos provocados por aceleraciones longitudinales y transversales de 3 m/s² aplicadas igualmente a la condición de carga C3.

En estas condiciones, las exigencias máximas equivalentes a la tracción (siguiendo el criterio de VON MISES) existente en la estructura del chasis de bogie, no superarán el valor siguiente: $\sigma_{eq} < 0,35 \sigma_e$, siendo σ_e el límite elástico del material dado.

6.2.2. Condiciones dinámicas

Las cargas verticales, laterales y la reacción de acoplamiento tendrán como valor medio y amplitud de cresta a cresta

Carga	Valor media	Variación de cresta a cresta en torno al valor de media
Vertical	Masa Suspendida	+/- 0,5 Masa Suspendida
Horizontal	0	+/- 0,3 Masa Suspendida
Longitudinal (reacción de acoplamiento).	0	+/- 0,3 Masa Suspendida

Estas cargas serán funciones periódicas en el tiempo, las variaciones quedan definidas en la tabla anterior.

6.3. MÓDULO DE INTERCIRCULACIÓN

Los esfuerzos límites verticales y horizontales, así como los valores de exigencias límites admisibles, de los módulos de intercirculación serán los mismos que los elegidos para la caja en bruto.

Los repartos de esfuerzos asimétricos eventuales que puedan ser producidos por el paso en curva estarán determinados y tenidos en cuenta para el cálculo de estructura.

6.4. ENCARRILAMIENTO DEL TRANVÍA

Las disposiciones previstas en el artículo 4.3.2 de la norma NF EN 12-663 son totalmente aplicables para este tranvía de categoría V.

6.5. DISPOSITIVO DE ACOPLAMIENTO

El dispositivo de acoplamiento se dimensionará para empujar o remolcar un tranvía a socorrer cargado en C4 en la pendiente más pronunciada. La deceleración máxima a tener en cuenta corresponderá a la mitad de la deceleración máxima de emergencia especificada para un tranvía solo.

6.6. CONCEPCIÓN DE LOS EQUIPAMIENTOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

Los equipos eléctricos y electrónicos del tranvía estarán preparados para recibir la alimentación a 750 Vcc, con valores límites de tensión (tanto superior como inferior) definidos en las siguientes normas:

- Inversores de tracción- Norma CEI 61287
- Motores de tracción- Norma EN 60349-2
- Resistor de freno- Norma EN 60322

El conjunto del sistema de tracción garantizará una conducción segura, fiable y suave. Asimismo el Suministrador detallará las medidas tomadas en el diseño a propósito del ahorro de energía eléctrica, y presentará los cálculos detallados del consumo eléctrico, tanto para la tracción como los auxiliares. Los sistemas de frenado serán regenerativos.

El Suministrador indicará el grado de motorización del tranvía, tanto para los tranvías de alrededor de 300 plazas como para los de 410 plazas.

Todos los equipos eléctricos y electrónicos del tranvía, sean de BT ó AT, no causarán perturbaciones electromagnéticas sobre las características de la línea y de las instalaciones cercanas. Quedará bajo responsabilidad del Suministrador 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.

6.6.1. Protección contra sobretensiones

El material móvil estará adecuadamente protegido contra situaciones especiales donde la catenaria o un elemento externo traten de suministrarle una tensión de servicio mayor que lo especificado en EN 50 163 / CEI 60850. La protección se hará a través de derivadores de sobretensiones instalados cerca del pantógrafo, en el techo del vehículo.

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

6.6.2. Protección contra sobreintensidades

La inercia térmica de los componentes les permitirá resistir sin menoscabo alguno las sobreintensidades del tipo:

- Repetitivas: (Causadas por puestas en tensión, en los arranques, etc...)
- Excepcionales: (Sobrecargas en la cadena de motorización causadas por un arranque en fuerte rampa, tranvía con carga excepcional, sólo un grupo de tracción activo e intento de arrancar en rampa, etc..)
- Otros

Cuando la sobreintensidad sea tal que pueda dañar al equipo, una protección automática deberá intervenir para eliminar o limitar dicha sobreintensidad. Muestras de los equipos que se pueden usar (lista no exhaustiva, el Oferente es libre de proponer nuevas medidas)

- Fusibles ultra-rápidos
- Disyuntores
- Micro-Disyuntores
- Termocontactos
- Limitación electrónica de la intensidad
- Contactores de precarga

El disyuntor general de la instalación, instalado al lado del pantógrafo, se describe en el apartado 6.6.5.

6.6.3. Captación de corriente a través de la LAC

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

El dispositivo que captará la corriente desde la catenaria será un pantógrafo. Dicho pantógrafo se fabricará e instalará según la recomendación EN 50206-2 y deberá estar adaptado y ser compatible con la catenaria a instalar en el tranvía de Cuenca. En el apartado 2.5.1 de éste pliego se suministran las características básicas de la catenaria a instalar.

Dichas condiciones mencionadas en dicho apartado definen el descentramiento en apoyo y el descentramiento máximo debido a razones geométricas y de condiciones de explotación (viento, etc..) pero no incluyen los desplazamientos propios del tranvía, siendo responsabilidad del Oferente la capacidad del pantógrafo de captar la corriente de la línea aérea de contacto si está situada tal y como se define en el presente pliego.

El pantógrafo se situará de tal manera en la unidad que se minimice la longitud de cableado de potencia.

Cada tranvía llevará un único pantógrafo. El pantógrafo será apto para corrientes nominales y las corrientes de cresta para el tranvía de 7 módulos. En toda posición de trabajo del pantógrafo, las piezas en tensión estarán dispuestas de tal manera que libren un espacio de 100 mm respecto a todas las piezas de caja de la unidad susceptibles de tener toma de tierra.

El Oferente presentará en su oferta los valores de presión estática y dinámica de los frotadores, junto con sus tolerancias en estático y en dinámico (en función de la velocidad).

El enganche del pantógrafo con el material móvil debe estar dimensionado para resistir de manera permanente las solicitaciones provenientes de la operación pero en el sentido longitudinal esfuerzos superiores a 2300 N provocarán el desenganche del pantógrafo de la unidad, como medida para prevenir posibles daños en la tracción y en los equipos anejos a la base del pantógrafo.

El pantógrafo será de mando eléctrico y manipulable mecánicamente desde el interior del vehículo.

6.6.4. Retorno de corriente y puesta a tierra

Los bogies dispondrán, de los shunts necesarios a fin de derivar las corrientes de tracción y de los circuitos auxiliares de A.T. hacia el carril. Se estudiará la correcta longitud y fijación de estos para evitar roces e interferencias.

El paso de estas corrientes entre caja de grasa y eje de rotación se efectuará a través de dispositivos tipo escobilla para retorno de corriente.

El número de estos dispositivos será definido en función de las necesidades del equipo eléctrico y su disposición en el vehículo estará de acuerdo con las especificaciones VDE 0115 y DIN 57115.

6.6.5. Disyuntor general

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

El disyuntor podrá abrir tanto en tracción como en frenado. Será de tipo extra-rápido y el oferente justificará el valor de la corriente de disparo en función de los consumos previstos.

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

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

El disyuntor será accionado por resorte, accionado eléctrica o electrónicamente. En cualquier caso, el modelo propuesto por el Oferente deberá cumplir el estándar CEI 60077.

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 tranvía. La caja estará ventilada adecuadamente, teniendo en cuenta el escape de gases ocasionado por la apertura del disyuntor. El Oferente 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.

6.6.6. Filtros de entrada

El conjunto del sistema de tracción se proveerá de filtros LC, con la función de impedir una reacción peligrosa sobre la red de catenaria, originada por la corriente pulsatoria que pasa por la instalación de tracción.

Se evitará que el personal de operación y mantenimiento pueda entrar en contacto con tensiones peligrosas, procedentes de condensadores con carga todavía o de la misma catenaria.

6.6.7. Protección contra tensión nula

Para proteger debidamente los equipos y para tener en todo momento controlado el estado de la unidad, se implantará un sistema con la siguiente funcionalidad:

Cuando desaparezca la alimentación de LAC (línea aérea de contacto), todos los aparatos/equipos que estaban conectados a ella se desconectarán automáticamente

Cuando regrese la alimentación de catenaria, los equipos se conectarán de nuevo automáticamente

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 como la 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 personal de mantenimiento, sin necesidad de operaciones complejas.

6.6.8. Onduladores de tracción

Los onduladores que proporcionarán la corriente alterna a los motores a partir de la tensión 750 Vcc (catenaria) serán del tipo VVVF (“variable voltage variable 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.

Estarán dotados de puentes inversores con semiconductores de potencia de tipo IGBT (transistores bipolares de puerta aislada) para el control de los motores.

Cada ondulator tendrá asociado un equipo de mando y regulación. Sus funcionalidades mínimas 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

6.6.9. Motores de tracción

Se ofertarán motores según Norma EN 60349-2 cerrados, herméticos y libres de mantenimiento en la medida de lo posible. Serán autoventilados. Su alimentación será a partir de corriente alterna, trifásica y de V nominal alrededor de 400 V, con rotor de jaula de ardilla.

Debido al hecho de ser motores cerrados, se espera del Oferente que adjunte cálculos térmicos detallados sobre las temperaturas en ellos, en distintos modos de explotación y bajo distintos supuestos. Los cálculos demostrarán la idoneidad del motor y que en ningún momento de la explotación (en condiciones normales o en las especificadas condiciones

degradadas) se produzcan situaciones de riesgo para el motor. El Oferente entregará asimismo una relación de las temperaturas que pueden soportar los elementos motores y motrices en régimen permanente y temporal.

6.6.10. Convertidores

Los Convertidores de tracción cumplirán con la CEI 61287

Cada unidad de tranvía dispondrá de dos convertidores que se alimentarán a 750 Vcc.

Cada convertidor tendrá por tarea el generar y regular la corriente continua y alterna que es necesaria para alimentar los circuitos BT del tranvía y los servicios auxiliares (como por ejemplo la climatización). Los convertidores serán estáticos y podrán estar divididos físicamente en dos partes, ondulator y cargador de baterías

Cada uno de los convertidores estará dimensionado de forma que pueda alimentar todos los servicios en BT del tranvía. Un solo convertidor debe poder alimentar todos los equipos de climatización de sala de viajeros de la unidad, funcionando todos ellos, por lo menos al 50% de su capacidad frigorífica, y un 100% de la climatización de la cabina de conducción activa en esos momentos. Para esto, los dos convertidores estarán unidos eléctricamente. Si sólo se dispone de un convertidor su fiabilidad deberá ser extremadamente alta.

En cada cabina de conducción se dispondrá de salidas adecuadas para el cargador del radioteléfono y del teléfono móvil, así como una toma BT para equipos enchufables (como aparatos de limpieza, pequeñas herramientas, cargadores de teléfonos móviles ordinarios, ordenadores portátiles, etc...). En cada caja se dispondrá de una toma adecuadamente protegida (accesible con llave de mantenimiento, fuera del alcance de los viajeros) para poder alimentar aparatos de limpieza.

El Oferente indicará en su propuesta la máxima distorsión armónica en las salidas de los convertidores, que deberá garantizar la compatibilidad con los restantes equipos embarcados y del entorno (señalización, etc.). Las tensiones y frecuencias de salida serán constantes sin depender de las oscilaciones de carga o tensión de alimentación. Teniendo en cuenta los niveles de tensión de alimentación máximos y mínimos las variaciones que se producirán en las tensiones y frecuencias de salida serán respectivamente el $\pm 10\%$ y el $\pm 2\%$.

Los convertidores dispondrán de los filtros adecuados para que no se produzcan perturbaciones en los sistemas de señalización, comunicaciones, etc.

Los convertidores estarán colocados en cajas herméticas, con grado de protección IP 54 como mínimo. Se tendrá en cuenta que no generen vibraciones o ruidos sobre el tranvía, y a

nivel de ruido no se podrán superar los niveles definidos en el apartado correspondiente al confort acústico. No emitirá interferencias electromagnéticas que puedan afectar a otros sistemas embarcados, a equipos en vía o a equipos de terceros.

Los convertidores se instalarán en lugares accesibles sin desmontajes, y dispondrán de los conectores y bornas necesarias para poder realizar mediciones de tensión, intensidad y frecuencia. No requerirán mantenimiento preventivo. Serán de sencillo desmontaje.

Se diseñarán con previsión de que puedan soportar oscilaciones bruscas de la tensión de alimentación sin deterioro ni menoscabo alguno en su vida útil y prestaciones. (Ejemplo, por despegues del pantógrafo de la LAC, paso por aisladores de sección, ...)

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

Los convertidores dispondrán de tarjetas electrónicas de control conformes a la normativa UNE 20501 y UNE 20512. Se cuidará especialmente que su fuente de alimentación pueda trabajar en unos márgenes de temperatura suficientemente amplios como para que se minimicen las posibles averías.

El convertidor dispondrá de una fuente de energía auxiliar para control y regulación del tranvía.

6.6.11. Batería

Cada Tranvía irá equipado con baterías de acumuladores, compuestas de elementos de Níquel-Cadmio del tipo recomendado para tracción eléctrica. Se indicarán referencias.

Cumplirán la Norma al fuego NF F16-102.

La tensión nominal de las baterías será de 24 Vcc. La tensión de carga, así como su curva, se indicará en la oferta.

Los constructores indicarán en el proyecto el número de elementos, la tensión nominal de cada uno de ellos y el peso total de las baterías, teniendo en cuenta las prestaciones que debe dar y que son las que se indican a continuación:

En el caso de no suministrar energía eléctrica los convertidores estáticos, una batería, suponiendo que su estado de carga es de $\frac{3}{4}$ de su capacidad nominal, tendrá capacidad suficiente como para alimentar el control del tranvía, alumbrado de emergencia, durante media hora y luego poder alimentar los circuitos de control y mando, necesarios para la puesta en marcha del tranvía sin que se note ninguna anomalía en el funcionamiento de los mismos.

Las baterías estarán conectadas en “tampón” con sus cargadores respectivos.

Se colocará en cada cofre de batería un seccionador que permita desconectarle en carga y se montará, próximo a la batería, un enchufe para poderla cargar desde el exterior.

No se admiten conexiones intermedias en la batería destinadas a alimentar aparatos de tensiones inferiores a la nominal de la batería.

Se instalará un dispositivo de mínima tensión (anulable para la puesta en marcha del tranvía que desconecte la batería al llegar a un determinado grado de descarga (regulable), de forma que la batería tenga garantizado un nivel de carga mínimo, suficiente para poner en marcha el tranvía.

6.6.12. Motores auxiliares

Todos los motores auxiliares (que no pertenezcan a la cadena de tracción) dispondrán de un aislamiento clase F o H. El Oferente entregará un estudio de las temperaturas de servicio en los motores auxiliares para todos los supuestos de la explotación (tal y como definidos más arriba) y los datos necesarios para que se aprecie que los motores no tienen riesgo de sobrecalentamiento en sus devanados u otras partes funcionales.

6.6.13. 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: la velocidad del vehículo será única pero el cálculo de la velocidad será redundante.

6.6.14. Bucles 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 urgencia o emergencia. El Oferente 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 precintados, se podrán poner fuera de servicio desde el puesto de conducción.

6.6.15. Aparellaje eléctrico y electrónico

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 Suministrador 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 Pr 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.

6.1.18. Cableados, canalizaciones y soportes

Los cables a instalar 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 3.5.7 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 50266
Emisión de halógenos (Cero Halógenos)	UNE 50266
Corrosividad de los humos	UNE 50267

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 ó 6.

Los cableados de alta irán por canalizaciones y bandejas separadas de los de baja, 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.

6.7. ELEMENTOS LIGADOS A LA RODADURA, AL FRENADO Y A LA SUSPENSIÓN

6.7.1. Contacto rueda – carril

El perfil de rueda está determinado por el Suministrador en función de las características de la vía descritas en el apartado 2.2 y de las exigencias especificadas en el Capítulo 3 de exigencias funcionales y particularmente en el apartado 3.5.6 de Mantenimiento. El tipo de perfil de rueda se someterá a aprobación del cliente.

6.7.2. Ruedas

La concepción de los dispositivos de vía requerirá una anchura de llanta de 110 mm mínimo. El desgaste en radio deberá ser de 40 mm mínimo.

Los objetivos de ruido imponen el uso de ruedas elásticas. Los shunts entre el cubo de rueda y la llanta serán fáciles de colocar y garantizarán su funcionamiento independientemente del entorno. Dichos shunts no deberán sufrir daños en las operaciones de reperfilado de ruedas.

La impedancia entre dos ruedas de un mismo eje o entre dos ruedas cualquiera será inferior a los valores indicados más abajo. Las medidas se hacen de llanta a llanta y con una tensión máxima de 2 Veff.

	Impedancia máxima en mΩ	
	Para un eje	Entre dos ruedas
F = 0 Hz	10 mΩ	10 mΩ
F = 1 000 Hz	15 mΩ	30 mΩ
F = 3 000 Hz	25 mΩ	50 mΩ
F = 10 000 Hz	70 mΩ	150 mΩ

6.7.3. Sistemas de reducción

El nivel de ruido de los reductores, en esfuerzo máximo de tracción o de frenado, no deberá superar más de 2 dBA el nivel de ruido registrado en trayecto de paso a la misma velocidad.

El cárter será especialmente estudiado para resistir los golpes y evitar las resonancias en relación a las frecuencias de engranaje, su concepción deberá ser tal que deberá evitar cualquier riesgo de fugas de aceite.

Los rodamientos deberán tener una duración de vida calculada superior a 2. 106 km.

Se protegerá la parte baja de los cárters contra los posibles golpes con los cuerpos extraños que se encuentren en la plataforma de las vías.

6.7.4. Areneros

Los areneros se dispondrán de manera que garanticen el arenado de un "eje" por sentido de marcha y por bogie, lo más cerca posible de la rueda, incluso en curvas de radio pequeño.

El funcionamiento del sistema de arenado debe estar garantizado en todas las condiciones meteorológicas.

La capacidad mínima de un tanque de arena deberá permitir una autonomía de una semana en las peores condiciones de adherencia.

La especificación de la arena utilizada deberá quedar sometida al cliente para su aprobación.

6.7.5. Lubricación

En el tranvía se instalará un sistema de engrase de rueda en los bogies extremos que engrasará las dos primeras ruedas en el sentido de la marcha.

Se dispondrán dos equipos independientes de engrase de rodadura por cada bogie extremo: uno de pestaña (de ambos flancos) y otro de rodadura.

Se exige que el sistema de engrase quede abierto a entradas del sistema SAE/SIV donde se definirían los PK's de inyección de grasa y el correspondiente nivel de engrase.

La capacidad de los depósitos o depósito de grasa de los equipos de engrase de pestaña y rodadura permitirán realizar 10.000 km sin rellenado alguno.

6.8. COMPOSICIÓN DEL TRANVÍA

6.8.1. Parte delantera

El conjunto deberá concebirse para operar la sustitución de piezas accidentadas sin tener que intervenir en la estructura si no está dañada.

Las piezas de carrocería inferiores se estudiarán de manera que sean fácilmente reemplazables (el parachoques horizontal y elementos inferiores) permitiendo el acceso al enganche.

6.8.2. Bastidor

Se prestará atención especial al cableado, conexiones, bornas y aparellajes diversos teniendo en cuenta el entorno y las condiciones de circulación con numerosos riesgos de accidentes.

6.8.3. Techo

Todos los equipos deberán repartirse en los techos en los compartimentos teniendo en cuenta los criterios siguientes:

- Reparto de las masas (equilibrado transversal y recarga de las ruedas motorizadas),
- Homogeneidad en la apariencia exterior,
- Accesibilidad para el mantenimiento,
- reducción del cableado,
- disipación térmica

La parte del techo situado en el entorno del sistema de captación, estará correctamente protegida contra la agresión de las proyecciones debidas al contacto del arco con la catenaria.

6.9. EQUIPAMIENTOS HIDRAULICOS Y NEUMÁTICOS

6.9.1. Equipamientos hidráulicos

6.9.1.1. Generalidades

La concepción y realización del material hidráulico deberán considerar las condiciones particulares de funcionamiento inherentes al material móvil, en particular:

- las condiciones de entorno particulares de los bogies (vibraciones, temperatura, polución,...),
- las condiciones de mantenimiento (reducción de tiempo de intervención),
- las condiciones climáticas.

Todos los componentes hidráulicos incluyendo las tuberías y sus conexiones, deberán concebirse y realizarse en función de las condiciones de funcionamiento de la instalación y del tipo de fluido utilizado. En particular, las tuberías serán de material inoxidable y todos los tubos y conexiones del sistema hidráulico deberán instalarse de tal modo que no produzcan en los componentes esfuerzos y deformaciones anormales susceptibles de comprometer el funcionamiento hidráulico o mecánico, durante el montaje y durante los movimientos normales del conjunto. Asimismo, las tuberías tendrán el radio de curvatura máximo posible y estarán distribuidas e instaladas de forma que se evite la formación de puntos bajos donde se puedan acumular productos de condensación; se cuidará, además, de ubicar adecuadamente las mangueras flexibles para que no se vean afectadas por los movimientos relativos entre caja y bogie.

En cada circuito independiente, deberá existir una toma de presión que permita enchufar un manómetro calibrado.

Deberá controlarse la temperatura del fluido en el depósito.

Se accederá con facilidad a los diferentes elementos de control.

6.9.1.2. Polución y limpieza del circuito hidráulico

La clase de polución deseable, teniendo en cuenta los distintos elementos que componen el circuito hidráulico será el de la clase 6 según la norma NAS 1638.

La instalación deberá estar provista de dispositivos de filtración del fluido que garanticen el funcionamiento regular de todos los elementos y en particular de los que aseguran las funciones de seguridad.

Todo filtro será fácilmente manejable y de fácil limpieza en caso de pérdida de aceite, y en tiempo mínimo.

Si está insertado en el circuito de retorno, el dispositivo de filtración no deberá engendrar, en el circuito mismo, presiones susceptibles de provocar un mal funcionamiento de los diferentes dispositivos de seguridad.

6.9.1.3. Equipamientos de control y de servidumbre

La instalación hidráulica recibirá los equipos de control siguientes:

- Nivel visual,
- Extracción de muestras,
- termo - contactos que dan los límites de utilización del aceite (alta y baja),
- nivel bajo (alarma),

y los equipos de servidumbre siguientes:

- puerta de visita que permite una limpieza fácil del tanque,
- orificio de relleno del tanque provisto de una conexión rápida

6.9.1.4. Presencia de aire en los circuitos

Los puntos altos se eliminarán en la medida de lo posible. Cuando existan, deberán equiparse de purgadores de aire.

6.9.2. Equipamientos neumáticos

6.9.2.1. Producción de aire comprimido

Si se instala un equipamiento neumático en el tranvía, se optará por la tecnología del dispositivo de producción de aire para reduzca los niveles de vibraciones.

Estará equipado de alarmas con un umbral de alerta y un umbral de parada.

El dimensionamiento del tanque y el sistema de tratamiento del aire garantizará el buen funcionamiento de los auxiliares en las condiciones climáticas (temperatura y humedad) precisadas en el Capítulo 2 de Entorno operacional.

Los eventuales tanques auxiliares con un volumen inferior al límite precisarán un examen periódico por un organismo de control.

6.9.2.2. Aparatos y tuberías

Todos los dispositivos de mando se instalarán en paneles que sirvan de soporte, y se limitará el uso de tuberías. Los compresores serán de tornillo. El circuito incluirá una unidad de secado de aire.

6.9.3. ESTANQUEIDAD

No deberá producirse penetraciones de agua (rastros de humedad) en los espacios para viajeros y las cabinas de conducción cuando el elemento está en parada o en circulación.

Las ventanas de cabinas serán impermeables.

6.10. PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN

6.10.1. Generalidades

Su finalidad será la de evitar la formación de corrosión de los elementos, evitando especialmente:

- los forros de chapas y perfiles,
- la soldadura por puntos
- los perfiles en cajones sin asegurar la estanqueidad de los montajes mecánicos

6.10.2. Pintura

Las pinturas serán tipo G2 según su eficacia contra grafitis.

Las prescripciones de aplicación de pinturas cumplirán la norma NF F 19-141.

La pintura y los revestimientos exteriores serán capaces de resistir sin alteración alguna los lavados repetidos, siendo la frecuencia de paso por la máquina de lavado de 2 a 3 veces por semana.

Los colores básicos de cada una de las piezas de material compuesto empleados en el revestimiento interior, serán idénticos a los de la capa de pintura del acabado previsto para cada una de las piezas.

7. EXIGENCIAS RELATIVAS A LA CALIDAD

7.1. PRESENTACION

Las exigencias relativas a la calidad se incluyen en la definición de un sistema de gestión de calidad. Engloban a su vez los siguientes apartados:

- Descripción del sistema de calidad del Suministrador.
- Exigencias de calidad de los estudios y desarrollos.
- Exigencias de calidad de las pruebas en destino
- Exigencias de calidad de las instalaciones de fabricación de los subconjuntos y tranvías.
- Exigencias de calidad para el mantenimiento durante el período de garantía.

7.2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Los documentos de referencia serán:

- el documento de presentación del concurso,
- la norma europea EN ISO 9001 (sistemas de calidad - modelo de garantía de calidad en la concepción /desarrollo, producción, instalación y mantenimiento post-venta) edición de 2000,
- las "Características de calidad" ISO/CEI 9126,

7.3. EXIGENCIAS DE CALIDAD DE LOS ESTUDIOS Y DESARROLLO

7.3.1. Desarrollo del Proyecto

Dicho desarrollo se realizará en función de las siguientes fases:

- Fase de estudios de ejecución, que comprende:
 - o las especificaciones generales:
-

- o definición de la arquitectura general,
 - o descripción funcional detallada del material móvil,
 - o descripción de los interfaces.
 - o las especificaciones de los sistemas y equipamiento:
 - o definición de la arquitectura interna,
 - o descripción funcional detallada,
 - o descripción precisa de los Interfaces Hombre -Máquina,
 - o descripción precisa de la integración del sistema o equipamiento en su entorno,
- Fase de desarrollo, cuyo objetivo consiste en el desarrollo e integración de la fabricación de cada equipo. Los productos de salida de esta fase serán los que siguen:
 - o Informes de pruebas y control de fábrica de los equipos,
 - o Informes de fábrica de integración de los equipos en el material móvil,
 - o Informes de pruebas y control de fábrica del material móvil,
 - o Planos del diseño básico y planos del diseño de detalle,
 - o El conjunto de la documentación técnica.
- Fase de pruebas en el emplazamiento cuyo objetivo consiste en comprobar la funcionalidad y rendimiento del material móvil en el entorno definitivo. Los productos de salida pertenecientes a la fase de pruebas serán los informes de pruebas en línea.
- Fase de garantía, cuyo objetivo es asegurar la garantía del material móvil. El producto de salida de la fase de garantía es el informe de seguimiento denominado Fiabilidad y Mantenimiento.

7.3.2. Análisis de fin de fase

Al final de cada fase se procederá a un análisis por iniciativa del suministrador del material móvil. El cliente o su representante asistirá a dicho análisis de fin de fase.

7.3.3. Reglas aplicables a los desarrollos de software

Se desarrollará, probará e instalará el software de acuerdo a las normas ISO 9003.

Todos los documentos que precisen el control y validación de las fases de desarrollo, pruebas y ensayos serán puestos a disposición del cliente o su representante.

El Suministrador propondrá un conjunto de métodos y formalismos para describir los aspectos funcionales y conceptuales del software. Se presentará como mínimo:

- un informe sobre las especificaciones funcionales,
- un informe sobre la concepción del software,
- un listado de codificación del software,
- un modo de empleo del software,
- un informe del interface,
- un informe de pruebas de validación del software (incluyendo el plano de prueba),
- un informe de pruebas de integración del software (incluyendo el plano de prueba),
- un manual de mantenimiento del software.

Todos los documentos deberán contar con la aprobación formal para cada fase por parte del Cliente o representante durante el análisis del fin de fase.

Las normas relativas a la codificación y producción de software estarán recogidas en un informe dispuesto a este efecto. Dicho documento describirá con precisión y exhaustividad el conjunto de las disposiciones y normas aplicadas al lenguaje de programación utilizado y los métodos de desarrollo empleados en los criterios elegidos.

7.3.4. Identificación y marcación

Es indispensable que todo dispositivo que contenga un software exhiba, en modo mantenimiento, el número de versión del software empleado.

Todo el material deberá llevar una etiqueta en la que se recoja la información siguiente:

- los logotipos de los fabricantes,
-

- la identificación del material,
- el índice del material,
- el número de serie del material,
- el sello o cuño de comprobación y muestras así como la fecha de las operaciones de comprobación y muestras.

El Suministrador mantendrá en todo momento a disposición del cliente un registro actualizado en el que se incluirá la versión de software y hardware de equipo electrónico de toda la flota de tranvías.

7.3.5. Documentación técnica de los materiales

El proveedor realizará un informe de documentación técnica sobre cada uno de los equipos. Dichos informes incluirán lo siguiente:

- Una nota sobre el funcionamiento,
- un informe de fabricación que incluya:
 - una nomenclatura,
 - los planos mecánicos,
 - los planos de identificación de los equipos,
 - los esquemas eléctricos,
 - los esquemas hidráulicos (si procede),
- un informe de prueba y mantenimiento,
- un informe de instalación de servicio.

7.3.6. Manipulación, acondicionamiento, abastecimiento

Los puntos fundamentales serán los siguientes:

- respetar las condiciones del entorno (mecánicas, climáticas, eléctricas,...) de todos los componentes, suministros, subconjunto, tarjeta electrónica, cintas informáticas o material en caso de manipulación y almacenamiento,

- respetar las fechas límite de conservación y utilización de los ingredientes y suministros sometidos a dichas limitaciones,
- procedimientos eventuales de almacenamiento y utilización del stock (acondicionamiento, inmovilización de las partes móviles,...),
- existencia de instrucciones de trabajo precisas que cubran todos estos aspectos,
- creación de una marcación apropiada de los componentes, suministros, subconjuntos, tarjetas electrónicas, materiales,... identificando las posibles limitaciones particulares,
- duración de las marcas e identificaciones,
- formación del personal encargado de dichas operaciones.

7.3.7. Suministro

De manera sistemática, el estado del material en el momento del suministro deberá estar detallado en:

- El informe técnico del equipo,
- la configuración del elemento suministrado (según el documento de seguimiento),
- las modificaciones aplicadas y aplicables,
- las posibles derogaciones aceptadas,
- los certificados de conformidad, Plan de Vigilancia y control, comprobación y pruebas.

Cada tranvía en el momento de la entrega al cliente incluirá un libro de registro en el que se incluirán los resultados de los ensayos de serie y un registro con los números de serie de todos los equipos y componentes seriados.

El proceso de suministro deberá figurar en el Plan de Calidad. Se procederá a su aplicación así como a dejar pruebas tangibles sobre su funcionamiento. Dicho proceso deberá cubrir los puntos siguientes:

- comprobación de la conformidad del suministro respecto del pedido (naturaleza, cantidades, recambios, documentación, utillajes asociados,...),
- comprobación de la identificación y marcación de todos los elementos del suministro,
- comprobación de la aprobación de todos los elementos que componen el suministro al término de las pruebas y controles finales, en particular, verificación de la consistencia de todas las firmas y autorizaciones necesarias,
- comprobación de las disposiciones aplicables en materia de acondicionamiento,
- presencia de todas las instrucciones, cableado y utillaje necesario en caso de instalación por parte de terceros,
- presencia de todas las instrucciones relativas a las manipulaciones, transporte y almacenamiento de los materiales.

7.4. EXIGENCIAS DE CALIDAD DURANTE EL PERIODO DE GARANTIA

El Suministrador describirá las disposiciones adoptadas durante el período de garantía. Como complemento a lo descrito en el apartado 13 de Garantía, los principales puntos a abordar serán los siguientes:

- mantenimiento de un núcleo mínimo de competencias,
- documentación de todos los aspectos relativos al proyecto,
- archivo de la documentación y los "productos",
- actualización de la documentación,
- archivo y duración de todo el entorno de desarrollo,
- posibilidad de restauración y reconstrucción de estos documentos, productos y entornos.

Dichos elementos serán sometidos a estudio y comprobados en el análisis del fin de proyecto.

8. EXIGENCIAS DE CONCEPCIÓN Y REALIZACIÓN

8.1. RESPONSABILIDADES

El Suministrador es responsable de la concepción y realización del material móvil en conformidad con las especificaciones del presente pliego. Comprobará la coherencia y la compatibilidad de las diferentes especificaciones proporcionadas por el Cliente con el fin de detectar las eventuales imposibilidades técnicas de puesta en marcha, las lagunas identificables o defectos de forma así como prevenir al Cliente en la mayor brevedad.

En todos los casos, la aceptación de un documento por el Cliente no exime al Suministrador de ninguna responsabilidad respecto al contrato.

El Suministrador propondrá un cronograma general de desarrollo incluyendo las diferentes fases del proyecto: estudios, fabricación de los equipos, ensayos...etc. El Suministrador precisará el software empleado para describir esta planificación.

8.2. DIRECCION DE LOS ESTUDIOS

8.2.1. Plan de organización de los estudios/Proyectos

El Suministrador comunicará, un plan de organización de los estudios/Proyectos que represente una continuidad de las acciones a realizar para responder a las exigencias del pliego de especificaciones técnicas. Este plan de organización comprenderá:

- La planificación de revisiones periódicas de concepción,
- El programa de los planes para su aprobación por el Cliente incluyendo un organigrama que ilustre la jerarquización de las fases de estudio, con las aplicaciones y exigencias exteriores correspondientes.

8.2.2. Estudios de concepción

8.2.2.1. Generalidades

A través de los estudios de concepción, el Suministrador debe demostrar al Cliente cómo:

- transforma en producto las exigencias de la especificación funcional, a través de un proceso iterativo de definición, análisis, estudios, ensayos y evaluaciones,
 - integra en sus estudios los parámetros técnicos
-

- asegura la compatibilidad con todas las interfaces físicas, funcionales y operativas,
- integra las exigencias de fiabilidad, mantenimiento y disponibilidad,
- tiene en cuenta las exigencias reglamentarias,
- respeta sus compromisos de garantía de calidad

8.2.2.2. Verificación de la concepción

El Suministrador se compromete a verificar la concepción por cálculos y métodos de validación de Fiabilidad, Mantenibilidad, Disponibilidad y Seguridad definidas en la norma UNE-EN 50126. Deberá presentar en los documentos de síntesis y los métodos de análisis empleados en función de las exigencias asociadas a los diferentes equipos.

8.2.3. Estudios de ejecución

Tras el acuerdo del Cliente sobre los estudios de concepción, el Suministrador se encargará de la realización de los documentos necesarios para la ejecución que comprenderá:

- notas de cálculo,
- especificaciones técnicas
- especificaciones funcionales,
- especificaciones de interfaz
- planos, etc

8.2.4. Maqueta y montajes de ensayo

No es necesaria la realización de maquetas físicas sino que se solicitará modelos digitales en 3D del tranvía y de sus partes.

Los objetivos de estas maquetas de estudio y montajes de ensayos serán para que el Cliente pueda:

- Hacerse una idea y comprobar la estética de las funciones previstas,
- verificar las condiciones de funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos ,

- confirmar antes de la fabricación el respeto de las exigencias y rendimientos
- aprobar las características ergonómicas sobre la conducción, el mantenimiento, la accesibilidad,
- controlar el funcionamiento de los conjuntos con movimientos relativamente complejos.

La modelización comprenderá al menos los aspectos siguientes:

- parte delantera del elemento que comporta la cabina de conducción provista de un asiento de conductor completo,
- interiorismo con la distribución de los asientos de viajeros,
- dispositivo móvil o fijo para reducir o suprimir el espacio entre el andén y el umbral de las puertas,
- climatización de la cabina de conducción

El Cliente puede, durante la ejecución, solicitar al Suministrador la realización de modelos que permitan juzgar ciertas disposiciones cuya puesta a punto parezca delicada.

8.3. CONTROL DE LOS ESTUDIOS POR EL CLIENTE

8.3.1. Asistencia del cliente

El Cliente se reserva el derecho de garantizar la asistencia de un gabinete de ingenieros y/o de expertos asociados (expertos de otras redes, diseñadores...) para el control del estudio.

8.3.2. Aceptación del cliente

Durante los estudios de concepción, el Cliente se reserva el derecho de verificar la manera en que el Suministrador respeta las exigencias del Pliego de Especificaciones. Para ello, participará en la revisión de concepción definida en el Capítulo 7 de Exigencias relativas a la calidad y efectuará auditorías apropiadas para verificar la aplicación de las exigencias indicadas en las especificaciones.

Al menos 10 días laborables antes de cada revisión de la concepción, el Suministrador confirmará el lugar y fecha de la revisión y transmitirá los documentos previa notificación al Cliente. Dicha notificación sólo se referirá a un sólo dispositivo o función claramente diseñada e incluirá de manera concisa las indicaciones mínimas siguientes:

- el tipo de revisión y orden del día,
- la designación de los elementos o subconjuntos dados,
- la lista de los documentos adjuntos.

Todos los documentos modificados tras una revisión de concepción se enviarán al Cliente.

8.4. GESTION DE LAS MODIFICACIONES

Cuando el primer tranvía se haya enviado al emplazamiento acordado, cualquier modificación de documento de ejecución será objeto de una codificación definida de acuerdo con el Cliente.

El conjunto de modificaciones, así como las derivadas del constructor y también las solicitadas por el Cliente, se recogerá a modo de lista actualizada y se divulgará periódicamente hasta el final del periodo de garantía general del último tranvía.

La forma y modalidades de gestión de la lista quedará sujeta al acuerdo del Cliente 3 meses antes de la entrega del primer tranvía.

8.5. CONTROL DE LA REALIZACION

8.5.1. Control de la fabricación

Se organizarán reuniones periódicas de avance mensual entre el Contratista y el Cliente, en las que se examinarán los siguientes aspectos:

- La planificación de realización,
- el estado de los aprovisionamientos de las piezas primarias o componentes,
- los incidentes de fabricación,
- las demandas de reclamaciones, etc.

8.5.2. Plan de control

Todas las actividades de control y verificación durante la realización del material móvil se describen en un plan de control.

Dicho plan establece con claridad los puntos clave relativos a las operaciones críticas de fabricación y ensamblado. Cada punto clave determina un control apropiado y obligatorio

antes del desarrollo de las operaciones y será objeto de una convocatoria y/o Acta de conformidad dirigido al Cliente. Para cada fabricación, se presentará al Cliente la lista de los puntos clave para su aprobación. El Suministrador elaborará y actualizará un calendario estimativo de los controles y ensayos.

8.5.3. Exigencias de RAMS (Fiabilidad, Disponibilidad; Mantenibilidad y Seguridad)

El Suministrador creará un Plan de RAMS siguiendo la norma UNE-EN 50126 en donde se incluirán:

- las estimaciones de fiabilidad, de disponibilidad y de mantenibilidad para los tranvías a partir de una descomposición de dicho sistema en un diagrama de bloques de fiabilidad que recoja los diferentes grupos funcionales y sus equipos dispuestos en serie o paralelo y las RAM asignada a cada uno de ellos (normativa NF F 01-305),
- un Análisis de los Modos de Fallo y sus Efectos y sus Críticidades (AMDEC),(Hazard Log y Plan de Seguridad)
- Los resultados obtenidos permitirá conocer la bondad del diseño y la necesidad de mejoras antes de su aprobación definitiva, en particular en lo que se refiere a la redundancia de algunos equipos, calidad de los mismos o el uso de equipos desacoplables o la posibilidad de poder conectarse en las condiciones establecidas.

El objetivo de este Plan es demostrar primero en la fase de diseño y después durante la garantía que se alcanzan los valores establecidos en el apartado 13.

8.5.3.1. Exigencias de seguridad

Responsabilidad

El fabricante elaborará un Plan de Seguridad para el material rodante siguiendo las pautas de la norma EN 50126. Dicho plan de seguridad incluirá la estrategia de seguridad del material rodante, que debe ser compatible con los objetivos de seguridad del sistema tranviario en su conjunto.

El fabricante deberá analizar todas las funciones de seguridad asociadas al material rodante, asegurando que se toman las medidas oportunas para que el subsistema material rodante sea seguro y contribuya a su vez a que el sistema tranviario en su conjunto sea seguro.

El fabricante del material rodante deberá entregar durante el proyecto:

- Listado de Hazard Log relativo a funciones de seguridad del material rodante.
- Caso de Seguridad que incluye los Riesgos Exportados al conjunto del sistema tranviario (operador, infraestructura, mantenimiento...).

En fase de Oferta el oferente deberá presentar un ejemplo de un Plan de Seguridad realizado anteriormente para un vehículo tranviario de similares características o un borrador de plan específico que servirán, en la fase de proyecto, como referencia básica para el nuevo desarrollo.

8.5.3.2. Organización general

Para preservar la libertad de juicio de los diferentes participantes, la organización del Suministrador de cara a la seguridad deberá comportar estructuras paralelas y autónomas:

- una estructura de desarrollo industrial,
- una estructura de seguridad de funcionamiento,
- una estructura de calidad.

Las estructuras "Seguridad de Funcionamiento" y "Calidad" podrán agruparse en una estructura "Seguridad del Producto". No obstante, estas entidades deberán ser autónomas respecto de la estructura "desarrollo".

La estructura de "Desarrollo" comprenderá el grupo de proyecto y el grupo de desarrollo.

La estructura "Seguridad de Funcionamiento" englobará en un mismo grupo la actividad de Seguridad y la actividad de Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad (RAM).

Estas dos estructuras definirán de manera independiente sus métodos y la organización en sus dominios respectivos y garantizarán la puesta en marcha de su actividad a través de los grupos que las componen.

Esta organización debe así responder a tres objetivos esenciales, como son:

- conservar la independencia de juicio de los diferentes participantes,
- permitir la reagrupación de expertos,
- favorecer la sinergia entre los participantes.

8.5.3.3. Grupo de Seguridad de funcionamiento

El grupo de Seguridad de funcionamiento tiene por objeto comprobar, durante el proyecto, la validez técnica de las elecciones efectuadas y los medios empleados para la RAMS. Sus actividades serán la Seguridad (material, recomendaciones de explotación y de mantenimiento), la Fiabilidad (material) y la Disponibilidad y Mantenibilidad (planes y procesos)

Define de manera independiente al proyecto los métodos y organización en estos campos, y garantiza su puesta en marcha.

Representado por el Ingeniero de Seguridad de material móvil (ISMV), este grupo tiene por misión asegurar el desarrollo de las labores de seguridad necesarias en el material móvil tal y como se especifican en el presente documento y en los documentos generales del proyecto.

El grupo de Seguridad de Funcionamiento orienta igualmente el conjunto de actividades "Calidad" para alcanzar un nivel de seguridad global compatible con los objetivos de seguridad.

Gracias sus intervenciones a lo largo del desarrollo del material móvil, establece una sinergia entre los grupos participantes en el proyecto.

De este modo:

- Crea el plan de seguridad relativo al suministro.
- aprueba las hipótesis de dimensionamiento del material móvil teniendo presente la seguridad ,
- realiza los análisis de seguridad,
- garantiza los objetivos de seguridad.

8.5.3.4. Documentos a elaborar por el Suministrador del material móvil

La documentación a elaborar comprende los elementos siguientes:

- Un plan de seguridad,
- Un análisis elemental de riesgos (AER),
- una lista de las piezas de seguridad,

- un informe de seguridad,
- las actas de conformidad de los tranvías.

8.5.3.5. *Plan de seguridad*

El Suministrador establecerá un Plan de Seguridad del Material Móvil que se mantendrá actualizado a lo largo del proyecto:

Este documento define especialmente:

- La relación de tareas (las tareas y su aplicación lógica)
- Los motivos y los resultados alcanzados (todos los riesgos identificados están cerrados)
- quién lo realiza (los responsables y las relaciones con otras entidades del Suministrador y con el Cliente)
- cómo (los métodos)
- cuándo (etapas y calendario de aplicación)
- organización de la seguridad en la ejecución del proyecto
- mecanismos de seguimiento, verificación y formación.

8.5.3.6. *Análisis Elemental de los Riesgos (AER)*

El Suministrador creará un Análisis Elemental de los Riesgos que deberá actualizarse a lo largo del proyecto.

Este análisis deberá proporcionar una lista de todos los equipamientos y componentes en los que una degradación o un mal funcionamiento pueda traer o propiciar un riesgo.

El AER se establecerá a partir de esquemas lógicos y funcionales:

- Diagramas en árbol de causas de carácter deductivo para determinar las combinaciones de averías y/o incidencias que traigan consigo el no respetar las condiciones de seguridad definidas para cada subsistema o ajuste principal importante.
 - Un análisis sistemático de los modos de avería de carácter inductivo realizado imperativamente para asegurarse de no olvidar ninguna avería. Este
-

análisis puede completarse, en su caso, mediante una investigación de combinaciones significativas de las averías.

- las listas de los interfaces.

El AER permite definir medidas preventivas (eliminación del riesgo, limitación de los parámetros peligrosos, reducción de la probabilidad de avería o error,...).

Para cada función de seguridad, en particular en las que se refieren a los automatismos, es necesario elaborar esquemas lógicos que especifiquen:

- los captadores (o entradas del subsistema),
- las tarjetas o partes de tarjetas electrónicas, o las transmisiones mecánicas ,
- los accionadores (o salidas del subsistema).

Estos esquemas permiten identificar la totalidad de los elementos que intervienen en las funciones de seguridad y permiten a partir del criterio de seguridad de la función, definir las piezas de seguridad con los criterios asociados, elemento por elemento.

8.5.3.7. Lista de las piezas de seguridad

Para cada una de las funciones o piezas específicas, el Suministrador creará una lista que abarque el nivel de criticidad relativo a las mismas, el motivo de clasificación por pieza de seguridad y las medidas para asegurar un nivel conveniente de seguridad, como por ejemplo:

- la elección de materiales ,
- el dimensionamiento,
- las precauciones de fabricación y montaje,
- las precauciones de instalación,
- los actas de conformidad o de homologación a suministrar
- las pruebas
- el control de calidad,
- la vigilancia operacional ,

- las recomendaciones de la explotación,
- las recomendaciones de mantenimiento.

Esta lista podrá presentarse en forma de tabla con la información siguiente:

- 1 - Denominación de la pieza de seguridad
- 2 - Motivo de la clasificación por piezas de seguridad (a codificar)
- 3 - Accidente potencial
- 4 - Nivel de Crítica
- 5 - Medidas preventivas.

8.5.3.8. Informe de seguridad del material móvil

Antes del servicio comercial del primer tranvía, el Suministrador creará un informe de seguridad del material móvil y lo someterá a la aprobación del Cliente.

Este informe tiene por objeto principal recapitular las acciones que demuestren que se ha alcanzado el nivel de seguridad requerido de acuerdo con lo citado en la norma UNE-EN 50129. Se trata de un documento que, en definitiva, incluye la información siguiente:

- organización del proyecto especificando los principales elementos /dispositivos/sistemas que intervienen en la seguridad ,
- conjunto de las tareas de seguridad realizadas (plan de seguridad, análisis de riesgos, lista de las piezas críticas,...),
- descripción sintética del subsistema del material móvil especificando los límites de la demostración de seguridad, las interfaces de los demás subsistemas y las funciones de seguridad de los subsistemas.
- análisis de riesgos realizados, los cuales se presentarán en forma de árbol de averías partiendo de las posibles incidencias para obtener las justificaciones de reducción de riesgos (documentos, ensayos, procedimientos,...),
- lista documental de las acciones realizadas que han contribuido a reducir los riesgos.

El presente informe deberá igualmente precisar:

- la utilización de equipamientos ya en servicio sobre otros materiales (certificados de homologación ...)
- el respeto de las reglas de la técnica en lo que respecta a la fabricación, la instalación (Plan de Seguro de Calidad)
- los ensayos en el emplazamiento relativos a la seguridad.

Se elaborará un informe de seguridad del primer tranvía. Para los tranvías siguientes, se creará un Acta de Conformidad firmado por el Suministrador y el Cliente.

8.5.3.9. Actas de Conformidad

Los actas de Conformidad utilizados para cada tranvía a partir del segundo llevarán la etiqueta siguiente :

Los elementos de seguridad del tranvía n°son conformes en su totalidad a los elementos de seguridad del primer tranvía n°.....del corredor tranviario de la Red Primaria de Transporte de la ciudad de Cuenca.

9. EXIGENCIAS RELATIVAS AL MANTENIMIENTO

En la concepción del tranvía, el Suministrador deberá tener en consideración las exigencias y obligaciones que se especifican más abajo además de las descritas anteriormente en el apartado .3.5.6

El fabricante de material móvil indicara en su plan de mantenimiento del vehículo las actividades, cadencias y reposiciones necesarias que deberán llevarse a cabo para permitir garantizar los niveles de ruido máximo y vibraciones indicadas en el apartado 3.5.3.4 Comodidad acústica, de modo que la emisión de ruido de los vehículos no aumente debido a un desgaste en los elementos del vehículo, especialmente en lo referente a las bandas de rodadura, ruedas elásticas, reductores y equipos en servicio: ventilación, tracción, aire acondicionado, puertas.

9.1. PTITUDES DEL TRANVÍA PARA EL MANTENIMIENTO

9.1.1. Seguridad del personal durante las intervenciones

La concepción del tranvía y las prescripciones de mantenimiento garantizarán la seguridad del personal para el respeto de la legislación relativa a la higiene y seguridad, así como normativas en vigor en el centro de mantenimiento, en la cochera y en línea.

La concepción del techo del tranvía y más en particular el mantenimiento de los equipos instalados en el techo deberán tener en cuenta las obligaciones en materia de seguridad vinculadas a la proximidad de la línea aérea.

9.1.2. Aptitud a las operaciones corrientes

Las informaciones del nivel de relleno de los distintos tanques serán accesibles desde la cabina. El relleno de estos tanques, de fácil acceso, se efectúa desde el exterior del tranvía y a partir del nivel de vía.

La accesibilidad se efectúa dentro del respeto de las normas ergonómicas.

El acceso debe ser lateral para efectuar las operaciones corrientes siguientes:

- El relleno de arena del sistema de arenado
- El relleno de aceite del sistema de engrase centralizado,
- El control de desgaste de las piezas de consumo
- Los controles ordinarios
- El relleno del tanque de lavaparabrisas

El acceso lateral a los filtros de ventilación / climatización podrá realizarse desde el techo.

9.1.3. Aptitud a la limpieza interior

Un dispositivo específico y bloqueado (por ejemplo un conmutador), maniobrable desde el exterior permitirá lo siguiente:

- La puesta en servicio y preparación del tranvía (se garantizará la imposibilidad de desplazar el tranvía),
- Iluminación interior del tranvía,
- Apertura de todas las puertas.

Para permitir una limpieza por aspiración automática y total, un mando disponible en la cabina de conducción, mantiene abiertas las puertas necesarias para esta operación.

La concepción de los compartimentos y equipos interiores les permitirá resistir las grandes velocidades de aire generadas por este tipo de limpieza y evitará la creación de zonas de acumulación de suciedad.

Igualmente, deberá ser posible el lavado del suelo con aspiradores. Por eso, el tranvía incorporará en su interior un enchufe de 220V para la conexión de aparatos de limpieza cuando ésta se realiza fuera de los talleres. Dicho enchufe estará protegido y no accesible a los pasajeros.

La concepción de la distribución interior tendrá en cuenta las condiciones relativas a la limpieza de los huecos laterales con un utillaje estándar y a las entradas de agua en los laterales.

9.1.4. Aptitud al lavado exterior

La concepción del tranvía permite un lavado en túnel de lavado sin riesgo de dañar los cepillos de lavado especialmente en la parte delantera del tranvía.

Deberá ser posible lavar el techo con un aparato de chorro plano de agua caliente a baja presión (5 bar, a 50 cm y a 100°) sin precaución particular para los equipos dispuestos en el techo.

La evacuación de las aguas de lavado evitará:

- el estancamiento de masas de agua,
- canalizar y ocultar los desagües,
- evitar la obstrucción de los desagües y canalizaciones.

Se debe prever protecciones de los equipos contra proyecciones de agua cuando se requiere.

9.1.5. Aptitud a las reparaciones de chapa y pintura

La concepción del tranvía permitirá desmontar y sustituir rápidamente elementos susceptibles de sufrir daños en la explotación o de ser pintados con graffitis.

En particular, las piezas de sujeción de estos elementos a la estructura no deberán deteriorarse debido a pequeños golpes, podrán reemplazarse con facilidad.

El desmontaje de estos elementos no debe traer consigo la degradación de los sistemas de sujeción.

Estos elementos se llevarán a su vez a un taller especializado. Se preverán los utillajes necesarios para su transporte.

En caso de golpe o choque importante, pueden cambiarse los dispositivos deformables de absorción de energía por impacto.

Antes y después de un golpe, se podrá comprobar el estado de las zonas deformables sin tener que proceder al desmontaje de elementos importantes.

9.1.6. Aptitud a la elevación

La ubicación de los puntos de levantamiento tendrá en consideración los distintos tipos de levante siguiente:

- Todo el tranvía
- Una parte del tranvía
- Bajo el bastidor de bogies,

Los puntos de apoyo para efectuar todas estas operaciones se identifican claramente y se señalan con ayuda de los pictogramas de la norma NF F 01-303. Su posicionamiento, siguiendo el tipo de levante es idéntico independientemente del elemento alzado.

9.1.6.1. Desagrupación de las cajas

La desagrupación de las cajas deberá efectuarse en la vía en el foso o en vía pavimentada, con las herramientas de levantamiento tradicionales.

La concepción de las cajas ha de producir un alineamiento correcto de los elementos para separar las diferentes partes en los levantamientos.

9.1.6.2. Desagrupación de los bogies o grupos de tracción

Los accesos a las fijaciones y conexiones de los bogies a la caja, así como el desmontaje de los grupos de tracción, serán posibles a partir de un foso central y unos fosos laterales. .

Al principio de los estudios, el Suministrador del material móvil pondrá a punto los procedimientos de intercambio de los bogies así como de los grupos de tracción.

9.1.7. Aptitud al encarrilamiento

El tranvía deberá equiparse de los equipos necesarios con el fin de permitir realizar la intervención de encarrilamiento en el menor tiempo posible, incluso si el acceso no se puede realizar desde por un lado del tranvía.

Los puntos de levantamiento estarán claramente identificados.

La elevación del tranvía se hace mediante puntos de levantamiento situados en la extremidad de las cajas que constituyen el tranvía o junto al elemento de articulación entre las cajas. Durante la operación de elevación, el bogie tiene que estar solidarizado con la caja. No debe quedar en el suelo cuando la caja se levante.

Se preverá un dispositivo para limitar el desplazamiento de la suspensión secundaria durante el levantamiento de la caja con el bogie

Es fundamental garantizar las operaciones de levantamiento, incluyendo las vías cubiertas en la calzada, sin desmontaje previo de ningún elemento.

9.1.8. Aptitud al reperfilado de ruedas

El reperfilado de las ruedas deberá efectuarse en el sitio, sin desmontajes, mediante su instalación en el torno. Se mantendrán los espacios necesarios para el paso de las herramientas de reperfilado y los dispositivos de bloqueo lateral de las ruedas. Los puntos de bloqueo y de bridage necesarios para esta operación serán idénticos en todos los ejes.

9.1.9. Estandarización

La concepción del tranvía requerirá componentes y materiales estándares, industriales o tranviarios, donde quiera que sea posible, siempre y cuando satisfagan a todas las exigencias técnicas del pliego de condiciones

9.1.10. Reagrupación de las funciones

El estudio de implantación de los equipos tiene en cuenta el reagrupamiento de los equipos, de los aparatos y de los elementos que en particular tienen la misma función.

9.1.11. Pruebas

Todos los puntos de prueba y de control deberán marcarse e identificarse.

La concepción de los equipos embarcados permitirá una visualización de frente de los indicadores del buen funcionamiento y de la puesta a disposición de los puntos de pruebas.

En particular, todos los equipos electrónicos e informáticos estarán provistos de una función de autoprueba y de ayuda al mantenimiento integrada. Estos equipos estarán conectados al sistema informático de supervisión para transmitir las informaciones sobre fallos necesarias para elaborar un diagnóstico.

Dicha función garantizará el autotest del equipamiento (a petición y en cada puesta en servicio) y el registro de fallos y acciones programadas acompañadas por un texto predeterminado.

El conjunto de estos datos se salvaguardará localmente, incluso en ausencia de alimentación.

La función de ayuda al mantenimiento del sistema de supervisión permitirá a un agente de mantenimiento establecer un primer diagnóstico para determinar el equipo o el elemento averiado como consecuencia de una avería.

Desde la cabina, se desempeñarán funciones de control del buen funcionamiento de los equipos inteligentes (realización de autotests), redundancias, protecciones y circuitos de seguridad. Ésta permite descubrir las averías ocultas, con el registro de fallos acompañados de un texto predeterminado seguido de la recuperación de las grabaciones locales de fallos desde cada equipo conectado.

Para búsquedas más profundas, el operario de mantenimiento tendrá acceso al conjunto de datos registrados en cada equipo inteligente, para guiarle en la detección de la unidad a sustituir.

Esta búsqueda se realiza mediante conexión, en local y/o en cabina, de una herramienta de mantenimiento de primer nivel.

Cuando el equipo lo permita, éste deberá efectuar su propio diagnóstico e identificar el elemento averiado del nivel más elevado.

9.1.12. Ergonomía

La ergonomía del material y de los equipos debe permitir al personal de mantenimiento de realizar su tarea en las condiciones y con los equipos adaptados lo más sencillamente posible.

Su concepción tiene en cuenta todas las normas de ergonomía aplicables a la definición de un puesto de trabajo, en particular las normas NF X 35-002 y EN 894.

9.1.13. Accesibilidad

Todas las zonas del tranvía en que los viajeros puedan estacionar o desplazarse estarán libres de equipamiento, especialmente bajo los asientos.

La implantación de los equipos y de los aparatos, además de los indispensables, se realizará de manera que se limiten al máximo las razones de acceso directo del personal de mantenimiento al interior del tranvía y de manera que los equipos no sean accesibles a los viajeros.

Los equipos y componentes que exigen las intervenciones más frecuentes serán los más accesibles incluyendo igualmente las operaciones de limpieza preventiva.

El montaje y desmontaje de los equipamientos ubicados sobre el techo y de sus unidades deberán poder realizarse desde los laterales del tranvía.

La apertura de todas las zonas de acceso para las operaciones de mantenimiento ha de ser cómoda, rápida y estandarizada en todo el tranvía.

Los puertecillas, rampas de acceso y capots se articularán para las operaciones ordinarias y se desmontarán para operaciones excepcionales. Los bloqueos de estas piezas articuladas serán sencillos y no podrán dañar a los operarios de mantenimiento en el proceso de manipulación.

Las recomendaciones establecidas por la norma ISO 2860, relativa a las dimensiones mínimas de paso, deberán ser respetadas.

9.1.14. Modularidad del tranvía

Los equipos se concebirán de manera modular, a fin de que las unidades de mantenimiento de primer nivel (Is/Pv,P0,P1) puedan manipularse por un agente de mantenimiento solo, y con asistencia en el mantenimiento de toda unidad de una masa superior a 20 kg.

La concepción de los equipos favorecerá el desmontaje rápido gracias a la estandarización de los sistemas de fijación, la utilización de fijaciones rápidas para las piezas que necesitan intervenciones frecuentes.

Los elementos de la carrocería y distribución interior sometidos a golpes y actos vandálicos serán sustituidos con la mayor brevedad y sin reparar sus elementos de apoyo. Los elementos unidos mediante una fijación rápida (tipo velcro o similar) poseerán al menos un punto de sujeción con el fin de evitar que se salgan de su lugar. Las soluciones de sujeciones basadas y realizadas con tornillos visibles deberán ser aprobadas por el cliente en fase de proyecto.

Los equipamientos de cabina y de los compartimentos de viajeros podrán ser desconectados y desmontados fácilmente por los encargados de mantenimiento.

Las conexiones eléctricas de baja tensión se realizarán con conectores del mismo tipo para todos equipos.

Las conexiones eléctricas de control se realizarán a través de acopladores de husillos múltiples del mismo tipo en todos los equipos.

9.1.15. Optimización del parque de piezas de recambio y de consumo

La concepción de los equipamientos optimiza el uso de módulos estándar intercambiables sin recurrir al ajuste.

Resultará físicamente imposible intercambiar conjuntos o componentes que no tengan la misma función.

9.1.16. Capacidad de adaptación de los componentes a la obsolescencia

En el caso de obsolescencia de los componentes, la concepción de los equipamientos optimizará el recambio de los subconjuntos con funciones idénticas, sin modificaciones de las interfaces mecánicas, eléctricas o de software.

9.2. EXIGENCIAS GENERALES DE MANTENIMIENTO

9.2.1. Definición de las actividades de mantenimiento

9.2.1.1. Mantenimiento preventivo

Es el mantenimiento desempeñado a intervalos predeterminados o de acuerdo con unos criterios prescritos y destinado a reducir la probabilidad de fallo o la degradación de funcionamiento de un equipo.

Se distinguirán cuatro tipos de mantenimiento preventivo:

Mantenimiento ordinario

El mantenimiento ordinario se refiere principalmente al conjunto de operaciones de mantenimiento preventivo diarias o semanales que contribuyen al buen funcionamiento cotidiano así como a la buena imagen de la marca del transporte colectivo, en especial:

- El lavado exterior automático o manual,
- La limpieza interior manual o automática por aspiración total,

- El relleno de los areneros y de los distintos tanques (engrasadores de pestañas, lavacristales,...)

Estas operaciones se realizarán en su mayor parte en la estación de servicio del centro de mantenimiento o en la zona de estacionamiento.

Mantenimiento preventivo sistemático

Consiste en realizar visitas de acuerdo a un programa preestablecido en función del tiempo transcurrido o de los kilómetros recorridos, con el fin de realizar distintas intervenciones necesarias para el control, limpieza, ajustes y recambios estándares y sobre todo:

- El control del buen funcionamiento de los equipamientos y redundancias,
- El control del buen funcionamiento de los elementos de protección y los circuitos de seguridad.
- La limpieza de los equipamientos que permiten evitar el calentamiento anormal así como los riesgos de cortocircuito o de encendido,
- Los ajustes que permitan el funcionamiento óptimo del material móvil.

Mantenimiento preventivo condicional

Consiste en efectuar las operaciones oportunas según el estado del material una vez superados los umbrales de revisión establecidos. La detección de dicho umbral puede constatarse según diversos procedimientos:

- Los controles visuales,
- Las medidas individuales,
- Los testigos de desgaste,
- Los indicadores de niveles,
- Los sistemas de diagnóstico,

Mantenimiento preventivo previsional

Consiste en efectuar las correspondientes operaciones en función del estado del material, una vez analizada la evolución de parámetros significativos como:

- Los análisis de las tomas de muestra,
-

- Las medidas individuales,
- Los ensayos específicos,

9.2.1.2. *Mantenimiento correctivo*

Es el mantenimiento ejecutado después del reconocimiento de una avería y destinado a llevar al sistema o al equipo a un estado en el que pueda desarrollar la función requerida.

Mantenimiento correctivo paliativo.

Se trata de una intervención, de carácter provisional, realizada por el operario de conducción o por un encargado de mantenimiento, con la ayuda de los medios instalados a bordo en el material móvil conforme a las reglas de explotación. Ésta permite la resolución provisional del fallo en línea, con el único objetivo de no bloquear la circulación de los demás tranvías.

Tras la intervención, el tranvía puede volver a salir en régimen degradado adaptado al fallo con o sin viajeros.

Mantenimiento correctivo curativo

Se trata de una intervención de carácter definitivo efectuada por un encargado de mantenimiento en el equipamiento u dispositivo averiado. Tras la reparación, el tranvía deberá recuperar todas sus características originales.

9.2.1.3. *Intervenciones particulares*

Intervenciones pesadas en línea

Las intervenciones pesadas en línea se limitarán en principio a las operaciones de levantamiento, encarrilado y traslados del tranvía en el taller en condiciones especiales tras las incidencias mencionadas

Reparaciones mayores

Serán las debidas a accidentes de circulación o actos vandálicos así como averías graves, y comprenden actividades importantes de chapistería, calderería, pintura, reparación de poliéster y puesta a punto de la distribución interior.

Revisión amplia

Se entiende por revisión amplia a toda operación de mantenimiento preventivo periódica que supere los 500 000 km.

Operación a media vida

Se trata de una operación de peritaje y renovación del tranvía efectuada en la vida media del material (aprox. 15 años). Requiere la reparación o sustitución de todos o algunos de los equipamientos principales.

9.2.2. Requerimiento de mantenibilidad

Las acciones de mantenimiento serán clasificadas según 5 niveles. Esta clasificación se efectuará en función de criterios de complejidad y del nivel de cualificación del personal de mantenimiento.

Primer Nivel de Mantenimiento

Se caracteriza por actividades simples, realizadas sobre elementos fácilmente accesibles, en condiciones de completa seguridad y con medios proporcionados para cada sistema. Serán, por ejemplo, los controles o inspecciones, operaciones elementales de mantenimiento corriente, intercambio de componentes o accesorios consumibles.

Este tipo de operación se desarrollará a través de personal que garantice el servicio de averías con los dispositivos integrados al equipo y el manual de usuario, si fuera necesario (al final).

Segundo Nivel de Mantenimiento

Se caracteriza por las actividades que exigen procedimientos simples, empleando dispositivos integrados al equipo, o a su entorno, fácilmente manejables (operaciones simples de mantenimiento preventivo y correctivo realizadas por medio de intercambio estándar de equipos o elementos del tranvía).

Estas actividades se realizarán con personal habilitado de acuerdo con los procedimientos detallados y con las herramientas definidas en los manuales de mantenimiento; su formación le permitirá trabajar con materiales que supongan un riesgo potencial.

Tercer Nivel de Mantenimiento

Se caracteriza por actividades que exijan procesos complejos, con herramientas adaptadas como, por ejemplo, el ajuste general, actividades de mantenimiento preventivo y correctivo delicadas, reparaciones por intercambios de submontajes o sus componentes.

Este tipo de actividades las realizará personal cualificado, de acuerdo con los procesos detallados y con herramientas específicas, tal como se indica en los manuales de mantenimiento.

Cuarto Nivel de Mantenimiento

Se caracteriza por actividades que impliquen el control de una determinada técnica o tecnología particular, así como el uso de herramientas especializadas. Serán, por ejemplo, las reparaciones de los recambios de equipos y componentes, reparaciones especializadas, comprobación de los aparatos de medida, etc. Se trata, en general, de mantenimiento correctivo exceptuando la restauración y reconstrucción.

Este tipo de actividad podrá desarrollarla un técnico empleando un manual de mantenimiento o instrucciones particulares de mantenimiento suministradas por el fabricante.

Quinto Nivel de Mantenimiento

Se caracteriza por actividades que implican un "saber hacer", procedimiento especial y técnicas o tecnologías específicas, procesos y herramientas industriales.

Por definición, este tipo de actividades (restauración, reconstrucción, operaciones particulares y operaciones a realizar a la mitad de vida del material, etc.) las desempeña el fabricante del material móvil, un técnico, o una empresa especializada, con las mismas herramientas utilizadas en la industria.

9.3. PLAN DE MANTENIMIENTO

9.3.1. Generalidades

En el plazo indicado en el Contrato, el Suministrador establecerá un plan de mantenimiento que responda a los objetivos de fiabilidad y de mantenimiento especificado en el apartado 3.3 del presente pliego.

Este plan se establece con base al diagrama de bloques del tranvía constituido por el plan de RAMS.

Contendrá lo siguiente:

- El concepto de mantenimiento y organización asociada,
- Los modos operativos,
- Las fuentes materiales, de software y humanas,

- Los datos operativos y el perfil de uso,
- El organigrama logístico,
- El detalle de las tareas de mantenimiento, correctivo y preventivo,
- El calendario de las intervenciones.

Esta descripción respetará los niveles, escalones y medios de mantenimiento definidos anteriormente.

9.3.2. Contenido del plan de mantenimiento

9.3.2.1. Precisiones para cada tipo de mantenimiento

Para las operaciones de mantenimiento ordinario, el plan de mantenimiento especificará las disposiciones prácticas para el conjunto de operaciones a desempeñar.

Para las operaciones de mantenimiento preventivo sistemático, el plan de mantenimiento precisará la organización de las visitas y para cada una, los tipos, frecuencias y duraciones de las intervenciones así como los recursos humanos correspondientes.

Para las operaciones de mantenimiento preventivo condicional, el plan de mantenimiento definirá la lista de equipamientos y elementos teniendo en cuenta la periodicidad de las intervenciones y definiendo los criterios de apreciación. Se añaden además las herramientas necesarias para dichos controles.

Para las operaciones de mantenimiento preventivo previsional, el plan de mantenimiento establecerá la lista de equipamientos y elementos, los parámetros a tener en cuenta y los métodos de análisis, considerando la periodicidad de las intervenciones. Se añaden además las herramientas necesarias para dichos controles.

Para las operaciones de mantenimiento correctivo, el plan de mantenimiento establece la metodología de intervención en el tranvía y en los principales subconjuntos, equipos y elementos. Especifica los principios de desarrollo de las tres pasos descritos más abajo según el lugar de intervención (línea o Centro de Mantenimiento) y según el que interviene (operario de conducción o encargado de mantenimiento).

- Escalón n°1: dejar el tranvía disponible.
- Escalón n°2: dejar el equipamiento disponible.
- Escalón n°3: dejar la tarjeta o pieza disponible.

El plan de mantenimiento describe los medios y herramientas disponibles en cada una de las situaciones así como el nivel de competencia exigido al encargado de dicha tarea.

Para operaciones particulares, el plan de mantenimiento especifica, según el caso, la metodología de intervención en el tranvía y en los principales subconjuntos y equipamientos, la organización de estas operaciones y para cada una, los tipos frecuencias y duración de las intervenciones así como las herramientas empleadas.

9.3.2.2. Documentos suplementarios

El plan de mantenimiento incluirá:

- La lista de las herramientas de pruebas y de mantenimiento estándar recomendados, proporcionados por el Suministrador,
- La lista de las herramientas de prueba y mantenimiento específicas proporcionadas por el Suministrador, precisando sus aplicaciones,
- La lista de los principales elementos con su vida útil,
- La lista de piezas de parque,
- La lista de piezas de consumo,
- La lista de documentos de explotación y de mantenimiento.

9.3.2.3. Herramientas de pruebas, de mantenimiento y de construcción especificadas

El conjunto de herramientas y equipamientos de pruebas y mantenimientos específicos del material móvil y su equipamiento deberán ir acompañados de su documentación sobre el mantenimiento y utilización.

9.4. RECAMBIOS Y PIEZAS DE PARQUE

El Suministrador del material móvil proporcionará una nomenclatura cuantificada y cifrada de las piezas de recambio de primera y segunda necesidad así como las piezas y productos de consumo ordinario.

La elaboración de la lista y el número de piezas de parque necesarias responderá a lo indicado en el capítulo 12.

9.4.1. Herramientas especiales

Se considera como especial cualquiera herramienta requerida para asegurar el mantenimiento y la rehabilitación de los tranvías, cuando la dicha pieza pueda pedirse por catálogo a varios proveedores o cuando ha sido especialmente diseñada para este tipo de tranvía.

El Suministrador definirá la lista de herramientas especiales entregada para asegurar el mantenimiento de los tranvías. El Suministrador justificará su propuesta.

9.5. COSTE DE MANTENIMIENTO

El Suministrador propondrá un dossier que permite evaluar el coste de mantenimiento y de energía de los tranvías propuestos. Este dossier contendrá al mínimo los elementos siguientes:

- El coste de consumo de energía: será requerida una prueba por medio un ensayo.
- El coste de mantenimiento preventivo por intervención: por eso se identificará de manera separada el coste de piezas y el coste de horas de trabajo necesarias para asegurar el mantenimiento.
- El coste de intervención a la mitad de vida del tranvía
- El coste de mantenimiento correctivo: por eso se identificará de manera separada el coste de piezas y el coste de horas de trabajo necesarias.

Las hipótesis a tener en cuenta están descritas en los capítulos 2 y 3 de este pliego.

10. EXIGENCIAS RELATIVAS A ENSAYOS Y A LA RECEPCIÓN

10.1. GENERALIDADES

Con el fin de demostrar al cliente que los tranvías cumplen las especificaciones del mercado, el Suministrador prevé una serie de ensayos diversos con la totalidad o parte del suministro. Dichas pruebas tienen lugar en laboratorio, fábrica o en el emplazamiento, durante la fabricación, montaje o en el momento de la recepción.

10.2. PLAN DE ENSAYOS

El Suministrador comunica un plan de ensayos que define la manera por la que demostrará la conformidad con las exigencias contractuales.

Este plan de ensayos comprenderá:

1. la lista de los componentes y materiales sometidos a ensayos de certificación respecto de una norma, por ejemplo los componentes sometidos a pruebas de exposición al fuego y humos.
2. la lista de los ensayos tipo y serie de equipamientos así como de componentes que deberán realizarse antes de los ensayos con los tranvías.
3. el programa de los ensayos del tranvía precisando el tipo y duración de cada ensayo así como la planificación del conjunto de ensayos.
4. una descripción de cada ensayo, que incluirá, entre otras:
 - las condiciones medioambientales y de carga del tranvía en cada una de las pruebas
 - los métodos y medios de ensayos empleados,
 - los límites y tolerancias de todos los métodos de medida,
 - los criterios de aceptación para todos los ensayos,
 - el proceso de acciones correctivas.

Cada ensayo se realiza siguiendo una ficha de ensayo definida en el capítulo 12 de documentación, creado por el Suministrador y aceptada por el cliente.

Al menos 3 meses antes de la realización del ensayo, el Suministrador someterá a la aprobación del cliente el Protocolo detallado de ensayo. El ensayo no podrá comenzar hasta que el cliente haya aprobado el ensayo. En el caso de realización de ensayos en laboratorio el Suministrador los someterá a la aprobación del cliente en el laboratorio propuesto.

10.3. DEFINICION DE LOS ENSAYOS

Los ensayos efectuados al tranvía o a sus componentes se clasificarán en tres categorías:

- ensayos de los materiales y de sus componentes,
 - ensayos tipo,
-

- ensayos serie.

Se desarrollan en función del avance de la fabricación y finalizan con la recepción de cada tranvía. Para cada etapa, el Suministrador deberá realizar los ensayos de acuerdo a los programas indicados más abajo.

10.3.1. Ensayos de materiales y componentes

Cuando las características particulares lo requieren, se efectúan ensayos en los materiales y sus componentes (ejemplo: ensayos de fuego-humo...) en laboratorios especializados. A raíz de dichas pruebas, el Suministrador entrega al cliente un certificado de conformidad firmado por el responsable del laboratorio designado para ello. Se tendrán en cuenta los ensayos ya realizados en los materiales y componentes utilizados para materiales idénticos, a condición de que dichos ensayos sean válidos en la fecha de fabricación del componente en cuestión.

10.3.2. Ensayos tipo (T)

Estos ensayos se señalarán con una "T" y se llevarán a cabo con el fin de demostrar que la concepción del tranvía o de un equipamiento del mismo cumple con los requisitos especificados.

Se efectúan en el primer tranvía o equipamiento de serie. Si dichos ensayos se realizan en un equipamiento prototipo, será necesario definir con antelación con el cliente los ensayos complementarios a realizar en el equipamiento de serie.

Si ya se han realizado ensayos tipo en los elementos o componentes del tranvía y en las mismas condiciones técnicas que las especificadas en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas, es potestad del cliente decidir cuando un ensayo anterior es válido y representativo. Para ello el Suministrador deberá suministrar copias del Protocolo de Ensayo e Informe de Resultado del ensayo anterior.

Deberá asimismo precisar las diferencias de condiciones, si existieran, y demostrar que estas diferencias no introducen ninguna diferencia respecto de los rendimientos especificados. Tras la aceptación por parte del cliente de los informes y resultados de los ensayos, el Suministrador estará exento de la realización de un nuevo ensayo tipo.

10.3.3. Ensayos serie (S)

Estos ensayos se marcarán con una "S" y se realizarán en cada tranvía para confirmar que se han alcanzado los rendimientos principales comprobados en el ensayo tipo.

Los ensayos serie efectuados en los equipamientos y piezas de serie de los tranvías permiten comprobar las características principales de los mismos y pueden ser sistemáticos o estadísticos.

10.4. ENSAYOS ANTES DE LA ENTREGA DEL TRANVÍA

10.4.1. Ensayos de sub-conjuntos

10.4.1.1. Definiciones

Estos ensayos han de proporcionar la seguridad de que los sub-conjuntos del tranvía cumplirán las exigencias de resistencia mecánica o eléctrica en todas las configuraciones de carga definidas en la especificación. Se efectúan en las instalaciones del Suministrador o de sus proveedores reservadas para los ensayos.

10.4.1.2. Contenido

El Suministrador elaborará un programa con los ensayos tipo y serie que deberán comprender al menos los siguientes:

- (T) un ensayo para verificar la resistencia de la caja a los esfuerzos verticales definidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas,
- (T) un ensayo de tracción y de compresión de la caja para verificar las exigencias máximas en las zonas más cargadas y según los esfuerzos definidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas.
- (T) un ensayo de resistencia y de fatiga de las estructuras de un bastidor de bogie de motor siguiendo la norma UIC 515-4-0,
- (T y S) los ensayos tipo y serie de los equipamientos y piezas inscritas en el plan de ensayos.

10.4.2. Ensayos estáticos del tranvía

10.4.2.1. Definición

Estos ensayos que se desarrollan en una posición estática para asegurar que el tranvía funciona y podrá desplazarse con total seguridad. Se realizan en las instalaciones del Suministrador reservadas a ensayos.

10.4.2.2. Contenido

El Suministrador elaborará un programa de ensayos tipo y serie, en puesto fijo, que comprenderá al menos los siguientes:

Denominaciones : T= Prueba Tipo ; S= Prueba Serie

- Equipo de tracción (T/S)
- TCN (Train Communication Network)(T/S)
- Freno en caja (T/S)
- Producción y Tratamiento Aire (T/S)
- HVAC Heating, Ventilation and Air Conditioning, Sala (T/S)
- HVAC Heating, Ventilation and Air Conditioning, Cabina (T/S)
- Convertidor auxiliar (T/S)
- Puertas exteriores (T/S) Este ensayo incluye todos los ensayos de puertas del vehículo.
- Registrador de eventos + HM(Hombre Muerto) (T/S) .Este ensayo es el equivalente al ensayo de caja negra.
- Sistema de información a pasajeros o viajeros (T/S)
- Megafonía modo T (T/S)
- Tren Tierra Tetra (T/S)
- Radio GSM (T/S)
- CCTV Circuito Cerrado de Televisión(T/S)
- Señalización (T/S)
- Red de conexión ETHERNET (T/S)
- Aviso ciegos (T/S)
- PAT (Puesta a tierra)(T/S)

- Detección incendios (T/S)
- Capacidad de batería (T/S)
- Nivelación y verificación de alturas (T/S)
- Verificación de dimensiones principales (T/S)
- Inscripción en curva del Tranvía (T)
- Inscripción bogie (T)
- Peso (T/S)
- Estanqueidad de la caja al agua (T/S)
- Alumbrado interior (T/S) Este ensayo incluye la comprobación entre otras cosas de la intensidad luminosa en cabina y en salón.
- Iluminación exterior (T/S)
- Verificación de averías (T/S)
- Verificación de las pantallas del IHM Interfaz Hombre Máquina (T/S)
- Integración aplicaciones (T/S)
- Souplesse (T)
- Descarga de ruedas (T)
- Aislamiento eléctrico y rigidez vehículo (T/S)
- Ensayo funcional del tranvía que incluye:
 - o Arranque tren (T/S)
 - o Modos tren (T/S)
 - o Lazos seguridad (T/S)
 - o Sistema neumático (T/S)

o Accionamientos. Diversos (T/S) Este ensayo incluye el funcionamiento de los equipos auxiliares de cabina tales como limpiaparabrisas, luneta térmica entre otros.

o Acoplamiento funcional tranvías (T/S)

- Lazos de seguridad (T/S)
- Engrase de pestaña. (T/S) Este ensayo incluye el ensayo del engrasador de pestaña.
- Ergonomía (T) Este ensayo incluye el ensayo de operación de cabina y de salón (ergonomía, visibilidad, accesibilidad, asideros)
- Areneros (T/S)

10.4.3. Ensayos dinámicos en vía

Estos ensayos se desarrollan en la vía de ensayos o en la línea de la sociedad explotadora. Permiten la puesta punto y comprobación del comportamiento dinámico del tranvía en las fases de tracción y frenado, así como el control de los sistemas de parada de seguridad. Estos ensayos tienen por objeto comprobar los rendimientos dinámicos reflejados en el Pliego de Especificaciones Técnicas y dependen de las exigencias del emplazamiento de la explotación.

Para el primer tranvía, se realizará un ensayo de 1000 km.

10.4.4. Ensayos de expedición

Antes de la expedición de cada tranvía, el Suministrador efectuará:

- todos los ensayos serie conformes al programa de ensayos y a los procedimientos asociados,
- un test de resistencia de 300 km para cada tranvía simulando un funcionamiento normal del tranvía objeto de la explotación y de 1000 km para el primer tranvía de la serie.

Transcurridos dichos ensayos y para cada tranvía, el Suministrador elaborará una « Declaración de Conformidad » de acuerdo a las exigencias del Pliego de Especificaciones Técnicas que contiene suficiente información para identificar el tranvía y todos sus componentes principales.

Esta declaración comprenderá igualmente un acuerdo por el que el tranvía será apto para el servicio de viajeros sin otras operaciones complementarias a las necesarias para el montaje de los elementos solicitados para el transporte. La declaración se establece bajo la exclusiva responsabilidad del Suministrador.

Todas las actividades previstas en el plan de ensayos deberán cumplirse de manera satisfactoria y los registros asociados completarse antes de que el cliente dé la autorización para su expedición. Ningún tranvía podrá ser expedido sin dicha autorización.

10.5. MONTAJE IN SITU

Tras el suministro de material en el emplazamiento, los operarios del Suministrador procederán al montaje de los elementos tras el transporte y ordenación del material.

Cuando la puesta en marcha finaliza, los ensayos en el emplazamiento y las operaciones previas a la recepción serán tal y como se definen a continuación.

10.6. ENSAYOS DEL TRANVÍA IN SITU

Los ensayos realizados en el emplazamiento tienen lugar en la vía de ensayos o en la línea de la sociedad explotadora. Permiten verificar los rendimientos dinámicos especificados en el Pliego de Especificaciones Técnicas.

El Suministrador elabora un programa de ensayos tipo en el emplazamiento, que abarcará al menos lo siguiente:

- (T) comprobación del gálibo cinemático en todas las condiciones especificadas (tranvía y trazado),
- (T) verificación de los rendimientos de tracción y de frenado en las condiciones normales y degradadas, con los valores de carga, tensión y perfil de línea previstos en el Pliego de Especificaciones Técnicas.
- (T) un ensayo de resistencia al avance,
- (T) la verificación de los sistemas automáticos de seguridad,
- (T) una verificación de las interacciones entre el tranvía y la vía, en particular la seguridad ante undescarriloy la seguridad contra tensiones excesivas en los carriles y/o las ruedas del tranvía.

- (T) verificación de los valores de ruidos internos y externos de dinámica, en conformidad con las especificaciones del Pliego de Especificaciones Técnicas.
- (T) verificación de la compatibilidad electromagnética,
- (T) un ensayo del sistema de captación, interrupción y salto de la tensión de alimentación del tranvía.
- (T) un ensayo de los sistemas de comunicación e información, teniendo en cuenta los equipamientos de suministro exterior del mercado del material móvil.
- (T) un ensayo de rescate de un tranvía averiado por un tranvía no averiado.
- Ensayo Dinámica y Confort
- Tracción
- Freno y Antibloqueo
- Registrador y Hombre Muerto
- SAE/SIV Sistema de Ayuda a la Explotación/ Sistema de Información al Viajero
- EMC, ElectroMagnetic Compatibility (Emisión radiada y conducida del vehículo)
- Ruido
- Verificación unidades acopladas
- Acoplamiento mecánico
- Sincronización horaria
- Freno combinado

El ensayo“(T) un ensayo de rescate de un tranvía averiado por un tranvía no averiado” se debe ser realizar en las peores condiciones de operación, en zona con catenaria y sin catenaria.

Además deben de ser efectuados los ensayos siguientes:

- (S) Funcionales de todos sus componentes, en servicio normal y degradado.

- (S) Dinámicos de tracción y frenado que demuestren el cumplimiento de las especificaciones contractuales.
- (T) Consumo de potencia.
- (T) Descarga de baterías.
- (T) Encarrilamiento.

10.7. RECEPCION DEL TRANVÍA

10.7.1. Rendimiento

El primer tranvía se presentará en recepción tras un ensayo de resistencia de 5.000 km efectuado en el emplazamiento del cliente. Durante estos ensayos de rendimiento, el material estará completo y cargado según los distintos regímenes descritos en el apartado 1.3. Se preparará en condiciones similares a una explotación normal con viajeros.

El número de fallos o averías registradas a lo largo de los ensayos no serán superiores a las exigencias de fiabilidad previstas en el Pliego de Especificaciones Técnicas. El cliente se reserva el derecho de exigir ensayos de resistencia complementarios si uno o varios componentes del tranvía demostraran ser particularmente deficientes y/o si las soluciones técnicas instaladas por el Suministrador no se juzgan suficientes y eficaces.

10.7.2. Informes técnicos, actas de ensayos

La recepción del primer tranvía está condicionada por la aprobación por parte del cliente del conjunto de informes técnicos, actas de ensayos y demás documentos designados por el Suministrador.

10.7.3. Recepción del tranvía (Recepción provisional)

La primera unidad deberá suministrarse en orden de marcha conforme al plazo indicado en el pliego de condiciones administrativas (20 meses) y el resto de las 12 unidades (mínimas) necesarias para la explotación deberá ser suministrado antes del inicio del Protocolo de la Marcha en Blanco (24 meses desde fecha de inicio).

Las unidades se entregarán con sus pruebas debidamente completadas y cumplimentadas y la correcta superación de estas pruebas es condición para que se pueda realizar la Recepción Provisional.

El Oferente entregará junto con su oferta una propuesta de calendario de entregas.

10.7.4. Recepción definitiva

- El Contratista no podrá proceder a la Recepción Definitiva de las unidades, hasta que el plazo de garantía normal y sus ampliaciones (si las hubiere) hayan concluido.
- Cuando se hayan superado el periodo de garantía y verificado que se cumplen las condiciones técnicas y contractuales (Índices FDMS), se procederá, unidad por unidad, a la firma del acta de la Recepción Definitiva por parte de la Gerencia Técnica de la Municipalidad de Cuenca.
- En caso que no se alcancen los valores FDMS especificados en este pliego, se procederá a la extensión de la garantía por periodos trimestrales.

La recepción podrá ser requerida por el Suministrador según las condiciones siguientes y normativa internacional, en el momento que:

- las operaciones de verificación se han efectuado y han sido satisfactorias,
- las condiciones particulares previas a la recepción han sido ejecutadas,
- se emite el Acta de conformidad, firmado por el Suministrador,
- el suministro se encuentra en estado de marcha perfecto, esto es, que el tranvía puede garantizar el servicio comercial previsto con todas las condiciones de seguridad y fiabilidad.
- Se proporciona la documentación de control y ensayo propio de cada tranvía.

10.8. EXIGENCIAS RELATIVAS A LA FORMACIÓN

10.8.1. GENERALIDADES

La formación del personal encargado de la explotación y mantenimiento del material móvil estará incluida en el contrato de fabricación del material móvil.

Esta formación pretende ofrecer, en el momento requerido, los medios a la sociedad explotadora para mantener y explotar el material móvil con total seguridad y con el mayor número de competencias posibles. Para ello, el Suministrador pone a disposición una serie de instructores, material de formación, documentos y demás accesorios necesarios para la formación de personal de la Explotación. Proporcionará a todos los participantes la documentación pedagógica relativa a dicha formación.

10.9. PERSONAL IMPLICADO

El personal al que se dirige la formación comprenderá al :

- personal encargado de la explotación del material móvil,
- personal encargado del mantenimiento del material móvil.

10.9.1. Personal de explotación

Esta categoría de personal está encargada de la conducción de los tranvías y la explotación a través de un puesto de mando centralizado. El personal estará compuesto por un equipo de 10 conductores y 5 reguladores del PCC que deberá ser capaz de asegurar en lo sucesivo la formación del conjunto del personal de la explotación.

El contenido de la formación abarcará como mínimo lo siguiente:

- formación sobre la conducción, en condiciones normales y degradadas.
- formación sobre la utilización de los equipos de interface con el sistema de explotación,

10.9.2. Personal de mantenimiento

Esta categoría de personal se encargará del mantenimiento preventivo y correctivo de los niveles 1 al 4, según lo descrito en el apartado 9.2. Cada operario garantizará directamente las funciones para las que será formado por el Suministrador.

El Suministrador formará a todo el personal de mantenimiento del cliente. Esta formación comprenderá, como mínimo, lo siguiente:

- Conocimiento de los materiales y del software a bordo del tranvía,
 - Operaciones de mantenimiento preventivo de ciclo corto, medio y largo y su formalización,
 - Operaciones de mantenimiento correctivo y su formalización,
 - Sistema de ayuda para el mantenimiento de a bordo,
 - Las herramientas de diagnóstico y utillajes disponibles,
 - Gestión, diagnóstico, seguimiento de las averías,
-

- Modificación y gestión de los parámetros de software aplicables tanto a la operativa inicial como las posibles evoluciones de las infraestructuras, etc.

10.10. PROGRAMA DE FORMACIÓN

El Suministrador entregará un plan de formación que identifique todos los programas de formación necesarios para que la explotación disponga, en tiempo útil, del personal cualificado y formado para explotar y mantener el material móvil.

Este plan contendrá:

- Una planificación general de los programas,
- el objetivo y duración de cada programa,
- El sitio donde se ubicarán las sesiones de cada programa,
- el número de participantes deseado,
- la formación y/o la cualificación básica exigida a los participantes para seguir cada uno de los programas,
- la cualificación de las personas encargadas de cada programa,

El establecimiento de este plan deberá adaptarse a las necesidades y disponibilidad del cliente en lo que se refiere al calendario de ejecución del contrato.

La formación de los agentes de explotación deberá finalizar antes del inicio de los ensayos de resistencia del primer tranvía.

La formación de todos los operarios de mantenimiento deberá finalizar 6 meses después de la recepción del primer tranvía.

El plan de formación debe garantizar una formación conforme al estado definitivo del material móvil, integrando las distintas evoluciones así como la puesta a punto efectuada durante los ensayos en línea y la puesta en servicio.

El Suministrador prevé asimismo una serie de acciones de formación complementarias que podrán realizarse tras la puesta en servicio de los tranvías con el fin de satisfacer las posibles futuras demandas de la sociedad explotadora, tales como:

Renovación y aumento del personal de explotación y de mantenimiento,

Aumento del nivel de intervención del personal.

En cada programa específico, el Suministrador elaborará un plan de instrucción o cursillos que incluirán, entre otros:

- un estado detallado del curso de formación propuesto,
- la ubicación exacta, duración y número de sesiones propuestas, junto con información práctica necesaria cuando la formación se desarrolle en sus instalaciones o en las del proveedor,
- una descripción del sumario de los documentos pedagógicos facilitados
- una lista de documentos del mercado relativo al programa,
- una definición de las especialidades recogidas en el programa,
- una descripción de los conocimientos que el personal en prácticas va a adquirir una vez completada su formación,
- los equipamientos e instalaciones a disposición del personal en prácticas,
- una descripción del sumario de los métodos pedagógicos utilizados, tales como: cursos teóricos, trabajos prácticos,
- demostraciones.

Cada programa de formación deberá respetar la descomposición funcional del material y además servirá como documento de control que proporcione los pasos a seguir por las personas encargadas así como demás responsables de la formación, garantizándose así una instrucción estándar para cada personal de prácticas.

En la elaboración de los programas de formación dirigidos al personal de la explotación se ha tenido en cuenta que el primer y único grupo de personal de prácticas será el encargado, en el futuro, de la formación del personal de la sociedad explotadora.

Al final de cada programa el Suministrador procederá a una evaluación de los conocimientos adquiridos por cada participante y facilitará un informe al cliente.

10.11. MATERIAL DIDACTICO

Con el fin de proporcionar una descripción detallada y explicaciones sobre cada asunto abordado, el Suministrador pondrá a disposición del personal en prácticas todo el material

didáctico y los accesorios necesarios para el buen funcionamiento de las sesiones, en particular:

Los manuales de formación, pueden incluir documentos sometidos al cliente como parte de revisiones de diseño o manuales de mantenimiento ,

- Los soportes audiovisuales,
- los equipos informáticos (microordenadores, programas de software, etc.).
- los elementos, equipos, herramientas y utillaje requeridos en las prácticas
- los bancos de pruebas,

Para las sesiones de formación organizadas en la planta del cliente, este último pondrá a disposición del suministrador y de los participantes una sala y agilizará el acceso de los tranvías para todas las sesiones prácticas que lo necesitaran.

Para las formaciones realizadas en las instalaciones de la sociedad explotadora, ésta cederá un salón a disposición del Suministrador y del personal de prácticas y facilitará el acceso a los tranvías para todas las formaciones prácticas que lo requieran.

10.12. IDIOMA

Todas las sesiones de formación y documentos relacionados con las mismas estarán redactadas en español.

11. EXIGENCIAS RELATIVAS A LA DOCUMENTACIÓN

11.1. CONTENIDO DE LA DOCUMENTACIÓN

El contenido de la documentación proporcionada por el Suministrador es la siguiente :

- la documentación de gestión del proyecto,
 - la documentación del estudio y ejecución (informes de cálculos, informes de estudios RAMS, especificaciones funcionales generales y detalladas, informes técnicos de maquetas, especificaciones técnicas, fichas de ensayos, colección completa de los planos de ejecución),
 - la documentación de explotación (manual de conducción),
 - la documentación de mantenimiento
-

- la documentación de formación,
- los informes de seguridad

El conjunto de la documentación se organiza de acuerdo a una arquitectura documental que permite mediante una gestión de configuración, conocer en todo momento el estado de actualización de la documentación respecto a las evoluciones de la configuración del material móvil. El conjunto de la documentación definitiva de referencia, se proporcionará dentro de un « Informe de cierre » .

11.2. DOCUMENTACION DE GESTIÓN DE PROYECTO

La documentación de gestión del proyecto engloba el conjunto de planos creados para el efecto. Se divide en dos partes.

11.2.1. PARTE 1 : organización general del proyecto, que contendrá lo siguiente:

- La planificación general del proyecto creado a partir del Calendario de Ejecución,
- el plan de garantía de calidad (PAQ),
- el plan de garantía de calidad de software(PAQL),
- el plan de organización de estudios

11.2.2. PARTE 2 : documentos particulares, que incluirá:

- el plan de Fiabilidad, Mantenimiento y de Disponibilidad
- estudio de seguridad
- balance de masas
- el plan de control
- el plan de ensayos
- el plan de mantenimiento
- el plan de formación.

11.3. DOCUMENTACION DE ESTUDIO Y EJECUCION

11.3.1. Anexos de cálculos

Los informes de los cálculos deberán estructurarse como sigue:

- 1 – Objetivo del cálculo
- 2 - Método de cálculo utilizado. En el caso del software, se proporcionará una breve explicación sobre el método de cálculo utilizado.
- 3 - Hipótesis
- 4 - Resultados
- 5 - Valores de referencia. Los valores de referencia son los límites usuales admitidos
- 6 - Conclusiones

11.3.2. Anexos de estudios RAMS

Los informes de estudios RAMS especificados en el capítulo 7 forman parte integrante de la documentación y quedan sujetos a las reglas de presentación y de aceptación especificadas más adelante.

11.3.3. Especificaciones funcionales

La especificación funcional general es la respuesta del Suministrador a las especificaciones del Pliego de Especificaciones técnicas, funcional y de prestaciones. El contenido debe estar compuesto principalmente de una sinopsis funcional así como de esquemas simplificados con textos explicativos breves. Previamente, el Suministrador presentará de forma sintética todas las funciones incluidas en el Pliego de Especificaciones y que deberá transformar en especificaciones funcionales generales. Esta presentación respetará el organigrama funcional del material móvil necesario para los estudios de seguridad de funcionamiento.

11.3.4. Especificaciones funcionales detalladas

Las especificaciones funcionales detalladas, deberán describir en detalle el funcionamiento de todos los equipamientos del tranvía. El plan de cada especificación será el siguiente:

- 1 - Documentos asociados. Relación con las demás funciones (organigrama).
 - 2 - Generalidades
-

2.1 - Objeto de la función

2.2 - Situación del equipamiento

2.3 – Relación con los demás equipamientos

3 - Funcionamiento

3.1 - Modo normal

3.2 - Modo degradado

3.3 - Elaboración de alarmas

- alarmas para la explotación

- alarmas para el mantenimiento

3.4 – Diagramas secuenciales de funcionamiento

4 - Sinopsis funcional y Esquemas de inicio

5 - Programación de la aplicación

11.4. ANEXOS TÉCNICOS DE MAQUETAS

- Estos informes técnicos deberán documentar las tres principales fases de realización de una maqueta, que serán:
- las especificaciones para la construcción,
- la realización,
- la presentación a los responsables.

Cada informe deberá comprender los párrafos siguientes:

1 - Objetivos de la maqueta

2 – Pliego de Especificaciones de realización

3 - Presentación de la maqueta (Esquemas, planos, fotografías)

4 – Resumen de las reuniones de presentación

5 - Conclusiones

11.4.1. Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas contienen 3 partes distintas: la primera parte expresa las necesidades (se refiere al documento de consulta), la segunda parte es la respuesta del proveedor y la tercera parte explica el mantenimiento del dispositivo según su proveedor.

La primera parte la compone el pliego de especificaciones del sistema o sus componentes. Las necesidades y obligaciones especificadas se encuentran en los apartados principales siguientes:

- la función del dispositivo del sistema objeto de la especificación,
- las características, normativas y especificaciones constructivas exigidas,
- las condiciones de utilización (medio ambiente, instalación...),
- las condiciones de ensayos y de recepción,
- la documentación contractual,
- las condiciones particulares de garantía

La segunda parte especifica el producto elegido (o productos para fuentes múltiples), con la información siguiente:

- el nombre del o los proveedores con sus direcciones
- la lista de dispositivos que componen el suministro si el objeto de la especificación es un sistema,
- las características principales,
- la descripción del funcionamiento(aviso, sinopsis, esquema),
- la especificación de los interfaces (mecánica, eléctrica, software),
- la lista de los planos principales

La tercera parte contiene la documentación de mantenimiento del conjunto o del dispositivo, que se compone de:

- la lista de piezas separadas (con las localizaciones del plano del conjunto del dispositivo), si el producto puede suministrarse por subconjuntos o componentes,
- la descripción de métodos de mantenimiento preventivo (procedimiento, utillaje, etc),
- la descripción de métodos de mantenimiento correctivo,
- la descripción de las herramientas de pruebas y de mantenimiento adaptadas y sus procedimientos de utilización.

Esta tercera parte estará incluida en el manual de mantenimiento descrito en el apartado 9.3.

11.4.2. Descripción de interfaces

La descripción de interfaces, descritas en el capítulo 5, abarcará las generalidades de interfaces material móvil y las descripciones particulares entre los diferentes equipos y/o funciones en interfaces.

El Suministrador creará desde la inicialización del proyecto una descripción de las interfaces preliminares que describan las generalidades e identificará las descripciones particulares a elaborar.

Las generalidades del interface material móvil incluirán:

- La identificación de todos los equipos sin límites de suministro en interface con el material móvil y precisión de los suministros de estos equipos,
- Una sinopsis funcional del conjunto de interfaces,
- la lista del conjunto de descripciones particulares del interface,
- el principio del reparto de responsabilidades y de suministros entre el Suministrador y los proveedores del material móvil.

Cada descripción particular del interface comprenderá:

- las exigencias medioambientales,
- la descripción de interfaces de montaje mecánico (masa, volumen, fijaciones),

- la descripción de interfaces de montaje eléctrico (conectores, cableado),
- una descripción funcional detallada mediante sinopsis de las interfaces,
- una descripción material del conjunto de señales de entrada y de salida (alimentación, consumo, impedancia,...),
- para las interfaces informáticas, la funcionalidad, el contenido y la secuencia de mensajes así como los protocolos utilizados,
- la recapitulación de normas específicas aplicables,
- los procedimientos de integración y validación de la interface en el tranvía,
- el reparto detallado de prestaciones, suministros y responsabilidades, adaptado a la interface especificada, entre el Suministrador y el/los proveedores.

Nota: en función de los subsistemas en interface, algunos elementos no tienen objeto.

11.4.3. Informe de resultados de ensayos

Los documentos sobre los ensayos definidos en el capítulo 10, se presentan en forma de ficha de ensayos que comprende tres partes:

- la primera define el programa de ensayos, en particular el objetivo, los medios a emplear, el rendimiento y/o características a alcanzar, etc,
- la segunda se reserva al resumen del ensayo, con resultados,
- la tercera se refiere a las conclusiones del ensayo y recapitula las posibles exigencias no cumplidas.

Las fichas de ensayos serie no incluyen ni la segunda ni tercera parte, que se incluyen en los documentos de recepción de los diferentes tranvías.

11.4.4. Planos de ejecución

11.4.4.1. Planos

Los documentos denominados planos de ejecución comprenderán:

- los esquemas de principio y esquemas funcionales (incluyendo la sinopsis de los distribuidores y tarjetas electrónicas),

- los esquemas de cableado,
- los planos de cableado,
- los planos del conjunto (incluyendo los planos de las tarjetas electrónicas),
- los planos de montaje,
- los planos de detalle,
- los planos de piezas brutas (para las piezas en las que el utillaje es propiedad del Cliente).

Los esquemas de principio y de cableado del tranvía se elaboran con una herramienta CAD. Los archivos informáticos que contienen los esquemas serán proporcionados al Cliente. Se le proporciona generalmente al Cliente un archivo informático con los equipotenciales y la lista de las piezas lindantes a cada cable.

El Suministrador entregará todos los planos constructivos del tranvía, sistema, conjuntos, equipos, despieces, componentes que permitan al cliente la fabricación de repuestos para el caso de que el proveedor no pueda o no quiera suministrar el repuesto.

El cliente se compromete a no divulgar a terceros esta información o hacer uso de ella para ninguna actividad diferente a la explotación de los tranvías en la Red Primaria de Transporte de la ciudad de Cuenca.

Los planos se entregarán en formato papel y soporte informático (Autocad dwg)

11.4.5. Nomenclaturas

Las nomenclaturas se indican en el plano. Excepcionalmente podrán entregarse a parte. Se entregarán en un documento estándar de formato A4 y en forma de archivo informático.

La lista completa de los planos se recoge en una nomenclatura arborescente que precisa en cada documento:

- el número "del Cliente",
 - el número del Suministrador,
 - la designación,
 - el formato,
-

- el formato del soporte informático cuando exista

Esta lista será transmitida en soporte informático, incluyendo el código de plano y una descripción del plano.

11.4.6. Software

El software entregado con los tranvías independientemente de su objeto se documentarán según las reglas siguientes:

- Se especificarán los softwares estándar (no desarrollados dentro del suministro) y el conjunto de la documentación de los mismos será entregada así como la materialización de los derechos de usuario adjuntos.
- los softwares desarrollados dentro del suministro comprenderán una documentación completa. “El Suministrador entregará los códigos fuente y los listados al cliente”.

11.5. DOCUMENTACION DE EXPLOTACIÓN

El Suministrador propondrá un documento denominado « Manual de conducción » que indique:

- la descripción de las acciones a desempeñar por el conductor en modo normal con la diversa información y ayuda para la explotación asociada, en especial:
 - o la preparación y puesta en circulación del tranvía,
 - o la conducción del tranvía,
 - o los procedimientos de prueba antes de la salida
 - o los procedimientos de accionamiento de las puertas
 - o el procedimiento de cambio de cabina,
 - o los procedimientos de estacionamiento y abandono del tranvía,
 - o los procedimientos de cambio de infraestructura con o sin cambio de tipo de alimentación,
 - o todos los demás procedimientos relevantes de seguridad, etc.

- la descripción de las alarmas e información asociada para los modos degradados con la descripción de las actividades de mantenimiento paliativo a efectuar, respetando el reglamento de explotación, y el impacto en los procedimientos de funcionamiento del tranvía,
- la utilización y el aporte de la guía del operador informatizada en las acciones a realizar,
- los límites de intervención del agente de conducción en caso de avería los procedimientos de llamada al PCC, especialmente para la intervención del mantenimiento en línea

11.6. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS Y SISTEMAS

Se entregará el manual informático interactivo (tipo Web), el formato y diseño de la misma se someterá a aprobación del cliente.

11.7. MANUAL DE MANTENIMIENTO

Esta documentación está dirigida a los agentes de mantenimiento cualificados y debe ser concebida con el objeto de responder a las exigencias del capítulo de mantenimiento. Deberá ser autónoma, distinta de la documentación de estudio y presentada en forma de manuales. Cubrirá todas las operaciones de mantenimiento del nivel 1 al 4 y abarcará lo siguiente:

- la descripción de todos los equipamientos y elementos,
- las instrucciones de mantenimiento preventivo,
- los manuales técnicos de mantenimiento correctivo,
- el catálogo ilustrado de las piezas separadas.

La estructura de la documentación de mantenimiento respetará la estructura funcional del tranvía. Cada función será objeto de un capítulo para las instrucciones de mantenimiento preventivo y los manuales técnicos de mantenimiento correctivo. Cada capítulo tratará todos los sub-conjuntos, equipos y elementos que realizan una función determinada.

Esta documentación así como la documentación de explotación se emitirán en dos estadios:

- una documentación provisional conforme a la ejecución del primer tranvía y que comporte al menos todas las instrucciones que permitan recoger las operaciones

de explotación y mantenimiento, la responsabilidad del Suministrador o de la sociedad explotadora, hasta el fin de garantía,

- una documentación definitiva completa y conforme a la ejecución del último tranvía.

11.7.1. Descripción de los equipamientos y elementos

El Suministrador elaborará una descripción detallada de cada subconjunto, equipamiento y elemento relativo al mantenimiento. Presentará mediante gráficos de despiece la unión de los elementos, su accesibilidad y los puntos de fijación y los pasamanos. Todos los puntos de prueba y de medida se definirán y localizarán mediante referencias a los esquemas de los mismos.

En todos los equipos, componentes y elementos objetos de descripción técnica, esta descripción forma parte integrante de la especificación técnica.

11.7.2. Instrucciones de mantenimiento preventivo

Las instrucciones de mantenimiento preventivo recogen el conjunto de tareas preventivas definidas en el plan de mantenimiento y contienen:

- una descripción detallada de las operaciones a efectuar, incluyendo el control de redundancias, de los modos operativos, con la localización de los puntos de pruebas y de medidas utilizadas
- una descripción detallada, aplicada a cada operación, del uso de las herramientas embarcadas que contribuyen al mantenimiento,
- los procedimientos relativos a la entrega y reposición de elementos, equipos o subconjuntos, ilustrados por cifras y gráficos de despiece.
- en caso de medidas, las condiciones de medidas, los valores límite y las acciones a tener en cuenta en función de los resultados,
- una descripción precisa las herramientas y/o equipos de pruebas y mantenimiento necesarios para cada operación y el procedimiento de la puesta en marcha adaptada.
- las reglas de seguridad a aplicar así como los productos específicos a emplear.

11.7.3. Manuales técnicos de mantenimiento correctivo

11.7.3.1. Mantenimiento paliativo en línea

El Suministrador redactará un manual técnico de mantenimiento paliativo en línea. Este manual tiene por objeto permitir a los agentes de mantenimiento efectuar las operaciones necesarias para el desenganche de la línea y la recuperación del tranvía en taller cuando las operaciones normales de explotación en caso de avería no serán suficientes.

Comprende, por función, y respetando el reglamento de explotación:

- la lista de las operaciones de mantenimiento paliativo de este tipo,
- una descripción detallada de los elementos de maniobra y/o de emergencia a disposición para evacuar el tranvía con la mayor brevedad
- una descripción detallada de las operaciones a efectuar y de los modos operativos,
- una descripción precisa las herramientas de mano de obra necesaria para cada operación y procedimiento de la puesta en marcha adaptada.

11.7.3.2. Mantenimiento correctivo en taller

Los manuales técnicos de mantenimiento correctivo del tranvía comprenderán:

- una presentación técnica de los subconjuntos, equipos y elementos que desempeñan la función sumada a la información inscrita en las especificaciones detalladas,
 - un aviso que indique los parámetros eléctricos en todos los puntos característicos de los esquemas eléctricos y de los puntos de pruebas, así como las condiciones de medidas de estos parámetros,
 - los procedimientos de diagnóstico adaptados a la señalización de la avería, completado con organigramas de averías,
 - una descripción detallada, aplicada a cada operación, de la utilización de las herramientas a bordo con ayuda del mantenimiento,
 - los procedimientos relativos a la entrega y reposición de los elementos, equipos, o subconjuntos, ilustrados por cifras y gráficas de despiece.
-

- una descripción precisa las herramientas y/o equipos de pruebas y de mantenimiento necesarias para cada operación y el procedimiento de obra adaptado.
- los procedimientos de control del buen funcionamiento del tranvía tras la reparación o recambio del subconjunto, equipamiento u dispositivo en fallo,
- la lista de elementos o componentes no reparables.

Los manuales técnicos de mantenimiento curativo de los equipos constituyen parte integrante de las especificaciones técnicas de los equipos descritos en el apartado de documentación de estudio.

11.7.4. Catálogo ilustrado de piezas de recambio

A partir de la nomenclatura general, el Suministrador elaborará un catálogo ilustrado de las piezas separadas conforme a la norma NF X 60-210. El catálogo especifica para cada pieza las referencias del constructor y/o proveedores (nombre y última dirección registrada)

11.7.5. Documentación de herramientas para ensayos y mantenimiento

Tal como se especifica en el capítulo de mantenimiento, el Suministrador proveerá las instrucciones de utilización (presentación, modo de empleo) y manuales de mantenimiento (calibrado, mantenimiento, reparaciones) del conjunto de las herramientas de pruebas y de mantenimiento, objeto del suministro.

11.8. DOCUMENTACIÓN DE FORMACIÓN

Los manuales de formación especificados en el capítulo de formación constituyen parte integrante de la documentación y quedan sujetos a las reglas de presentación y de aceptación especificadas más adelante.

11.9. PRESENTACION DE LOS DOCUMENTOS

Todos los documentos estarán en conformidad con el manual de estilo y con las reglas de presentación de documentos que serán establecidos por el Cliente al inicio del proyecto.

11.9.1. Formato

Para todos los documentos generales (notas, resúmenes, etc), especificaciones, fichas de ensayos, notas de cálculo, informes técnicos, deberá emplearse el formato A4. No obstante, la anchura básica de 210 mm puede aumentar mediante hojas de anchura múltiple de 180 mm.

Para los planos, los formatos normalizados serán de A4 à A0. Se establecerá un margen de 60 mm sin ocultar del formato normalizado excepto para los documentos A4 para los que el margen se reduce a 15 mm a la derecha, por encima y debajo a 25 mm a la izquierda. Las copias se plegarán en formato A4, de tal manera que el cartucho sea visible.

11.9.2. Documentos realizados con sistemas informáticos

Los documentos obtenidos a partir del software informático serán suministrados por un soporte informático tipo CD ROM. Además de la edición en papel, en cada presentación de documento (aceptación, y "conforme a ejecución").

Todos los documentos proporcionados por soporte informático estarán en formato nativo así como en los formatos especificados a continuación:

El software de creación de documentos empleado en el material compatible PC y en entorno WINDOWS, serán WORD y EXCEL de Microsoft. Los planos realizados en CAD se entregarán en forma de ficheros informáticos de tipo AUTOCAD o DXF. Las nomenclaturas y listas de planos y piezas informatizadas se entregarán en archivo informático cuyo tipo será definido de conformidad con el Cliente. Los planos deberán escanearse en formato JPG.

11.9.3. Estandarización de los documentos

Los distintos documentos finales se realizarán conforme al tipo aceptado por el redactor.

El soporte informático deberá ser idéntico en todos los documentos de cada tipo. Los soportes informáticos de los distintos tipos de documentos serán idénticos en la medida de lo posible.

11.9.4. Numeración de los documentos

Se desarrollará una numeración homogénea para el conjunto de documentos (planos, especificaciones,...).

El método y las instrucciones de numeración de los documentos será propuesto por el Cliente al inicio del contrato, respetando los principios siguientes:

- a cada conjunto subconjunto, grupo de piezas o pieza primaria corresponde un plano con un número propio del Cliente,
- cuando la representación de conjuntos o subconjuntos complejos necesite la creación de varios planos, cada uno incluirá el número de hoja. En este caso el capítulo correspondiente se compone de un plano principal (hoja n°1), que muestra

el conjunto identificando los diferentes cortes o detalles que constituyen los planos complementarios, y hojas complementarias que muestran los cortes, vistas parciales y detalles,

Además, el plano principal incluirá un recuadro con la designación del plano complementario y su número de hoja (ejemplo : plano HH hoja n°...). Recogerá el índice de cada hoja complementaria.

11.9.5. Idioma de los documentos

Todos los documentos se redactarán directamente en español.

11.10. ACEPTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN

Todo documento sometido a aprobación se enviará junto con un nota especificada por el Cliente al inicio del proyecto. El número de ejemplares a enviar se resume en el capítulo 10 de este pliego.

El Suministrador deberá entregar los documentos al Cliente al menos 21 días laborables antes de la fecha de ejecución de las prestaciones dadas.

El Cliente dispone de un plazo de 30 días a partir de la recepción de dichos documentos para su examen y devolución, incluyendo asimismo la información siguiente:

- documento aprobado, representado por la sigla « A »,
- documento aprobado con observaciones, representada por la sigla « AO »,
- documento rechazado representado por la sigla « R ».

Este plazo de 30 días podrá prolongarse de común acuerdo entre el Suministrador y el Cliente, en caso de transmisión simultánea de un gran número de documentos.

Los documentos devueltos al Suministrador con las anotaciones « AO » o « R », se someterán de nuevo a la aprobación del Cliente en un plazo de 30 días laborables tras la recepción de los documentos.

Todo documento modificado tras una evolución de las prestaciones o puesta a punto deberán presentarse para su aprobación al Cliente.

El Suministrador será responsable del retraso en la ejecución de las prestaciones debidas a una entrega tardía de estos documentos, así como sus modificaciones para su puesta a punto.

11.11. PUESTA AL DIA Y DIFUSIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN AL FINAL DE LA GARANTÍA

Al término de la garantía general y al término de las garantías particulares, el conjunto de la documentación, objeto del « Informe de cierre » deberá ser actualizado. Esto se realizará mediante la edición de los distintos documentos en cuestión añadiendo las modificaciones. Todos los tipos de documentos deberán reflejar dicha actualización.

Se transmitirá al Cliente el conjunto de la documentación del estudio así como el informe de seguridad conformes a la ejecución por duplicado (2 ejemplares).

El conjunto de la documentación de explotación, mantenimiento y formación conforme a la ejecución se entregará al Cliente por quintuplicado (5 ejemplares).

11.12. ENTREGA DE LOS DOCUMENTOS

Identif.	Naturaleza del documento	Número y naturaleza de los soportes	
		Copia	Soporte
1	Documentación de gestión de proyecto	3	Soporte informático
2	Especificaciones funcionales generales	4	Soporte informático
3	Especificaciones funcionales detalladas	4	Soporte informático
4	Notas de cálculo	3	Soporte informático
5	Especificaciones técnicas	4	Soporte informático
6	Informes técnicos maquetas	3	Soporte informático
7	Fichas de ensayos 1ª parte	3	Soporte informático
8	Fichas de ensayos 2ª y 3ª parte	3	Soporte informático
9	Colección de planos de ejecución	3	Soporte informático
10	Nomenclatura general	3	Soporte informático
11	Informes de acuerdo	3	Soporte informático
12	Documentación de explotación	4	Soporte informático
13	Documentación de mantenimiento	4	Soporte informático
14	Documentación de formación	4	Soporte informático
15	Documentos conformes a la ejecución incluyendo los planos de ejecución	2	Soporte informático

12. RECAMBIOS Y PIEZAS DE PARQUE

Los ofertantes presentarán en la oferta una lista de recambios agrupados en las categorías siguientes:

- Fungibles

Se entenderán por repuestos fungibles aquellos elementos que se desgastan con el uso y no pueden ser reparados. Bajo este epígrafe se englobarán productos tales como, lubricantes,

escobillas, frotadores, contactos de contactores, lámparas, zapatas y elementos de naturaleza semejante.

- Piezas de parque

Las piezas de parque son elementos que ante una avería permiten ser reparados manteniendo todas sus características y ser nuevamente utilizados en el tranvía.

La lista de repuestos definirá los materiales, piezas, equipos y sistemas de repuesto (inclusive sus cantidades) que sean necesarios y estará referenciada y valorada en todas sus partidas. Se elaborará según los siguientes criterios:

- Para los fungibles, Para el conjunto de los fungibles, un suministro para atender el funcionamiento normal del conjunto de los tranvías durante 4 años después de la entrega de la cuarta unidad.

Los 4 años o 280.000 km, serán los necesarios para llegar a las actuaciones de ciclo medio (cambios de ruedas, etc).

Los fungibles a tener en cuenta básicamente serán: Bandas de grafito de pantógrafos / patines toma de corriente si los hubiera, guarniciones de freno, lámparas iluminación.

- Para las piezas de parque, los necesarios para una explotación en condiciones normales durante la durabilidad de los tranvías y el plan de mantenimiento propuesto.

Para su elaboración se tendrá en cuenta:

- el número de tranvías,
 - la fiabilidad y mantenimiento de cada una de las partes.
 - desgastes tolerables
 - la criticidad de los equipos donde vayan montados los recambios.
 - Plan de mantenimiento establecido.
 - Fabricar los repuestos simultáneamente a la construcción de las Unidades.
 - Disponer en stock sólo y exclusivamente de los materiales de repuesto estrictamente indispensables.
 - Prever la aparición de actos vandálicos que afectarán a materiales básicamente de interiorismo (asientos y sus tapas, asideros, lunas de diversos tipos).
-

Para todos los recambios el Suministrador entregará una copia de los planos originales (reproducibles) en papel y en digital, así como los manuales y documentación acreditativa. 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 la Administración pueda preparar, si procede, sus instalaciones

El Suministrador está obligado a garantizar por 30 años la existencia de repuestos destinados al Red Primaria de Transporte de la ciudad de Cuenca. Por ello, para el conjunto de recambios definidos en la lista de repuestos, si el Suministrador toma la decisión de dejar de fabricarlos (por obsolescencia, o cualquier otra razón), deberá comunicarlo por escrito al Explotador 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. Si no fuera posible hallar un Proveedor adecuado, el Suministrador estará obligado a fabricarlos por sí mismo o por otro suministrador, pero siempre con su Garantía, mientras los tranvías estén en servicio comercial, con un límite de tiempo de 30 años.

Adicionalmente, se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- Los precios de los repuestos o componentes sustitutos 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 suministro (precios afectados por el aumento del IPC producción industrial, etc.). Si por falta del 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 Suministrador, incluyendo los derivados de la coexistencia de 2 repuestos distintos para una misma función (Interfaces, adaptadores, duplicidad de stock etc)
- Durante todo el tiempo en que el material móvil no haya salido de garantía, el Suministrador 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 Suministrador realizará sus previsiones 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. Desde la Recepción Definitiva, el mantenimiento de los repuestos y el mantenimiento de todo tipo es responsabilidad exclusiva del Explotador.

Todos los repuestos solicitados, serán entregados en los Almacenes de la Administración 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 de la Administración (como norma general) no será preciso realizar procesos de recepción. No obstante, la Administración podrá pedir que se realice la misma si lo considera oportuno o necesario.

Los repuestos que queden definidos en la lista definitiva de repuestos deberán ser entregados con las siguientes condiciones:

- Los fungibles deberán ser entregados a la Administración un mes antes de la recepción provisional de la primera unidad en las instalaciones finales en Cuenca, con sus correspondientes certificados de pruebas o equivalentes que garanticen su idoneidad para las funciones que deben desempeñar.
- Las piezas de parque se recibirán en las instalaciones finales en Cuenca con la entrega de la última unidad. Dichos recambios vendrán acompañados de sus respectivas certificaciones y pruebas.

En relación con la Garantía de los propios repuestos, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Para los fungibles será de seis (6) meses, desde la fecha de Recepción Provisional y aceptación, en los almacenes del Explotador, o en los del operador logístico que ésta pudiera designar.
- Para las piezas de parque será de dos (2) años, de manera general desde la fecha de Recepción Provisional y aceptación, en los almacenes del Explotador o en los del operador logístico que éste pudiera designar, no obstante si se tratase de los productos expuestos en el apartado 14.2, estarán sometidos a las Garantías específicas allí indicadas.

13. EXIGENCIAS RELATIVAS A LAS GARANTÍAS

13.1. GARANTÍA GENERAL

El periodo de garantía de los tranvías será de dos años (veinticuatro meses) y durante el mismo, el Suministrador se responsabilizará de las reparaciones y el mantenimiento integral a realizar sobre los tranvías en conjunto y de todos sus equipos, tanto propios como aquéllos suministrados por los diversos Proveedores. Para ello, deberá suministrar el personal necesario para tales actividades.

Como origen de garantía para los tranvías se considerará lo siguiente:

- 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 de nivel 4 ó 5 según los criterios de fiabilidad (ver apartado 3.5.5).
- No obstante y como se describirá en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, ciertos equipos tendrán períodos de garantía específicos más extendidos. Para ellos el inicio de su período de garantía será el mismo que para los tranvías.

Obligaciones del Suministrador durante el plazo de garantía:

- El Suministrador tendrá que proporcionar un responsable único (equipo de responsables) que pueda atender las necesidades 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 tranvía a desplazar por las vías finales en Cuenca y habrá participado y vivido activamente el proceso productivo del tranvía. 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 Explotador para todos los temas relacionados con la situación de los tranvías (estado útil o inútil; entrega de tarjetas de averías y su correcta cumplimentación; reparación de averías; posibilidad de acceder a los tranvías para la implantación de reformas o modificaciones, etc.)
- En cuanto a la disponibilidad de personal adecuadamente formado, el Suministrador tendrá suficiente personal 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 Suministrador mantener la

disponibilidad de la flota en los niveles especificados durante todo el período de garantía.

- El personal del Suministrador dispondrá de una oficina en los talleres y cocheras del Explotador. Aunque el personal del Suministrador 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 tranvías 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.

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 los tranvías listos para prestar servicio comercial a la mañana siguiente.

Durante el indicado plazo de garantía normal y sus ampliaciones, el Suministrador estará obligado a sustituir, reparar o arreglar, a satisfacción del explotador 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 Explotador, realizando, en su caso, todas estas operaciones a sus expensas, incluyéndose también el coste del transporte del material hasta el taller del Suministrador 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 Suministrador. El Suministrador está obligado a tener disponibilidad de los repuestos necesarios para dichos fines, sin que ningún pretexto pueda utilizar piezas de otros tranvías ya recepcionados, excepto si es por autorización escrita del responsable de la Administración. 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 Explotador. Sus reparaciones y sustituciones se efectuarán tan rápidamente como sea necesario para el Explotador.
- Los repuestos del Suministrador deberán ser almacenados en una ubicación en que su utilización pueda realizarse de forma rápida, pudiendo el Suministrador llegar a un acuerdo (como se ha indicado antes) con el Explotador para almacenar

los repuestos en las instalaciones del Explotador, 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 Explotador, deberán ser reparadas por el Suministrador, si el Explotador así lo solicitase, tan rápida y eficazmente como si de una avería normal se tratase, pasando el Suministrador a el Explotador 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 Suministrador deberán ser introducidas en el sistema informático del Explotador como si el personal del Suministrador fuese parte del personal del Explotador.

Si en el periodo de garantía normal, cualquier tranvía sufriese un accidente, una vez reparado este y sus equipos, contará la garantía normalmente por el Suministrador.

El 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, Fiabilidad y Mantenibilidad especificadas en los apartados 3.5.5; en caso que no se cumplan, la garantía se extenderá por periodos mensuales.

13.2. GARANTÍAS PARTICULARES SIN CONSIDERAR EL SOFTWARE

Las garantías particulares y duración, establecidas a partir de la fecha de recepción de cada tranvía, se detallan más adelante y no podrán en ningún caso ser inferiores a la duración de la garantía general.

La significación de las letras indicadas delante de cada elemento es la siguiente:

- B : Bogie
- C : Caja
- EC : Equipos de caja
- ET : Equipos de tracción
- EE : Equipamiento y dispositivos eléctricos.

13.2.1. Duración de 6 años o 400 000 km

- (ET) los motores de tracción,
-

- (C) Las estructuras de todas las cajas,
- (B) El chasis de bogie,

13.2.2. Duración de 5 años

- (C) la hermeticidad de las partes fijas (parabrisas, huecos, ...) y las partes móviles (puertas, cajas impermeables, ...) de las cajas:
- intemperies,
- proyecciones de agua y mecanismos de lavado,
- proyección de agua con aditivos habituales para las partes situadas en la parte baja de la caja.

salvo en lo que concierne a las consecuencias de las reparaciones o intervenciones no efectuadas por el Suministrador.

- (EE) las baterías de los acumuladores al 80% de su capacidad nominal.

13.2.3. Duración de 4 años o 250 000 km recorridos

- (C) Las puertas y todos los accesorios que constituyen el sistema de puertas (mecanismo de accionamiento, de suspensión, de conjugación, motor, ...)
- (C) Los elementos mecánicos de las articulaciones,
- (C) Las pinturas y marcas (etiquetas, inscripciones,...),
- (C) Los productos de aislamiento térmico y acústico,
- (EC) Los equipamientos neumáticos y / o hidráulicos distintos a los de frenado,
- (B) Los discos de freno y los elementos constitutivos importantes de las mordazas de freno,
- (B) Los lubricantes de pestañas (tanques, aparatos eléctricos, aparatos electro-neumáticos y toberas de eyección).
- (B) Los amortiguadores verticales y / o transversales,

13.2.4. Duración de 4 años

- (EC) Los sistemas de climatización de las cabinas de conducción y de los compartimentos,
- (EC) Los dispositivos de vigilancia de vídeo,
- (EC) Los paneles interiores,
- (EC) Los indicadores de destino,
- (EC) Las consolas de visualización en cabina,
- (EC) El sistema de retrovisión (cámaras y monitor),
- (B) Las pinturas y marcas (etiquetas, inscripciones,...) en bogie,

13.2.5. Duración de 250 000 km recorridos

- (B) Las barras antibalaneo o estabilizadoras o equivalentes,
 - (B) Las barras de tracción,
 - (B) Los mecanismos de ajuste de las placas electromagnéticas y de las válvulas de nivelación,
 - (B) Los reductores,
 - (B) Los rodamientos de los reductores, los motores de tracción y las cajas de los ejes
 - (B) Las placas electromagnéticas,
 - (B) Los ejes y las cajas de los ejes o equivalentes,
 - (B) Los elementos constitutivos de las ruedas incluyendo los dispositivos de elasticidad, sin las llantas,
 - (B) Las tuberías neumáticas y / o hidráulicas de bogie,
 - (B) Los eyectores de arena,
 - (B) Los sistemas de medida de velocidad en bogie,
 - (B) El cableado de los bogies
-

- (B) Los sistemas de retorno de corriente y de masa,
- (B) y (EC) el conjunto del aparato electromecánico o electrohidráulico del sistema de frenado mecánico,

13.2.6. Duración de 3 años o 200 000 km recorridos

- (C) Los elementos de material elástico de las articulaciones, en especial los fuelles.

13.2.7. Duración de 3 años

- (EE) El pantógrafo,
- (EE) los equipos electrónicos de potencia de los convertidores y onduladores, incluyendo su electrónica y componentes electromecánicos de bajo nivel de control y de mando,
- (EE) los componentes y dispositivos de potencia (montaje de radiador incluido), y los disyuntores,
- (EE) los motores auxiliares ,
- (EE) los onduladores de alumbrado,
- (EE) los equipos electrónicos de bajo nivel (tarjetas electrónicas, racks, bloques..),
- (EE) los componentes electromecánicos de bajo nivel de control y mando incluyendo los accionamientos diversos, (botones pulsadores, inversores, ...),
- (EE) el manipuladores y los dispositivos de cabina,
- (EE) los equipos de megafonía,
- (EE) los grabadores de marcha (Estos grabadores son “cajas negras” que graban las diferentes características de marcha del tranvía durante su funcionamiento: velocidad, aceleración, frenado, etc..)
- (EE) la alimentación de potencial flotante,
- (EE) las tomas de corriente y conectores,

- (EE) los fundas termo táctiles, resistencia del engarce y calidad de la conexión,

13.2.8. 200 000 kilómetros recorridos

- (B) Las llantas de ruedas insertadas,
- (B) Los elementos de materiales elásticos de suspensión primarios y secundarios,
- (B) Los elementos constitutivos de las transmisiones (acoplamientos, etc...),

13.2.9. 6000 horas de funcionamiento

- (EE) Los tubos fluorescentes,

13.2.10. 3000 horas de funcionamiento

- (EE) Los indicadores de señalización, semáforos exteriores, bombillas de incandescencia

13.3. SOFTWARE

La garantía será de 3 años para el software del sistema, de aplicación y usuario.

El Suministrador se compromete a corregir cada anomalía detectada por éste o por fallo en la explotación. La garantía se prolongará hasta la resolución de todas las anomalías.

La garantía se mantendrá hasta la instalación del conjunto del parque con procedimiento de aprobación, de las versiones de todo el software en conformidad con el último documento de gestión de configuración de software aprobado por el Cliente o su representante.

La garantía se mantendrá hasta la aprobación de la última actualización del documento de gestión de configuración de software y de la documentación de software.

Se excluirán de la garantía de software:

- los paquetes de software comerciales y los problemas relativos a su evolución,
- las evoluciones de los paquetes de software de aplicación no realizados por el Suministrador.

No obstante, en caso de problemas de software que pudieran influir en la explotación normal de los tranvías, el Suministrador se encargará de analizar el problema y proponer soluciones al respecto.