



GERENCIA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

SUBGERENCIA DE INGENIERÍA

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA NÚMERO

SI-DTR-8502692

"ADQUISICIÓN DE TROLEBÚS SENCILLO DE NUEVA GENERACIÓN"

Elaboró	Elaboró	Revisó

Ing. Ma. del Carmen Parra Alvarez <b>Subgerencia de Ingeniería</b>	Ing. Jesús Ángel Sánchez Cruz <b>Subgerente de Investigación y Modernización Tecnológica</b>	Lic. Sara Angélica Castellanos Prieto <b>Subgerente de Ingeniería</b>
---	---	--

Aprobó	Aprobó	Aprobó

Ing. Martín López Delgado <b>Director Ejecutivo de Transportación</b>	Ing. Javier Zavala García <b>Director Ejecutivo de Mantenimiento</b>	Lic. Jorge Rocha Sánchez <b>Director Ejecutivo de Desarrollo Tecnológico</b>
--	---	---

Aprobó	Aprobó	Aprobó

Enrique Aguilar Contreras <b>Gerente de Transportación Trolebuses</b>	Ing. Williams Montes Calva <b>Gerente de Mantenimiento de Trolebuses</b>	Lic. Félix Jacob Santiago Sánchez <b>Gerente de Ingeniería y Tecnología</b>
--	---	--

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



## SERVICIO DE TRANSPORTES ELÉCTRICOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

# ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA TROLEBUSES NUEVOS

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



## ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA TROLEBUSES NUEVOS

### 1. OBJETIVO

### 2. DATOS GENERALES

#### 2.1 DIMENSIONES Y PESOS

#### 2.2 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

#### 2.3 CAPACIDAD

#### 2.4 DESEMPEÑO

#### 2.5 DISTRIBUCIÓN DE PESO

#### 2.6 CONDICIONES DE CIRCULACIÓN

##### 2.6.1 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

##### 2.6.2 CARACTERÍSTICAS DE LA RUTA DE CIRCULACIÓN

##### 2.6.3 SUBESTACIONES

##### 2.6.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA LÍNEA ELEVADA(LAC)

### 3. ESPECIFICACIONES ANTROPOMÉTRICAS Y ERGONOMÉTRICAS DEL HABITÁCULO

#### 3.1. ACCESOS

##### 3.1.1 PUERTAS DE ASCENSO Y DESCENSO

##### 3.1.1.1 RAMPA DE ACCESO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN SILLA DE RUEDAS

#### 3.2 DIMENSIONES DEL HABITÁCULO

#### 3.3 SALIDAS DE EMERGENCIA

#### 3.4 MEDALLÓN

#### 3.5 VENTILACIÓN DE PASAJEROS

#### 3.6 VENTANAS DE PASAJEROS

##### 3.6.1 VISIBILIDAD DE PASAJEROS

#### 3.7 DISPOSITIVOS PARA DESPLAZARSE, SUJETARSE Y DELIMITAR ZONAS

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



**3.7.1 ASIDERAS**

**3.7.2 POSTES**

**3.7.3 BARANDALES**

**3.7.4 CUBREPIERNAS**

**3.8 VESTÍBULO**

**3.9 TIMBRES**

**3.10 ASIENTO DE PASAJEROS**

**3.10.1 PRUEBAS PARA LOS ASIENTOS**

**3.11 PASILLOS**

**3.11.1 PISO**

**3.11.2 FORROS**

**3.12 ÁREA DE OPERADOR**

**3.12.1 MAMPARA PROTECTORA DEL OPERADOR**

**3.12.2 ASIENTO DEL OPERADOR**

**3.12.3 VISIBILIDAD DEL OPERADOR**

**3.12.3.1 ÁNGULOS DE VISIBILIDAD**

**3.12.3.2 ZONAS CIEGAS**

**3.12.3.3 VENTANA DE OPERADOR**

**3.13 ESPEJOS**

**3.13.1 ESPEJOS RETROVISORES EXTERIORES**

**3.13.2 ESPEJOS INTERIORES**

**3.14 MANDOS Y CONTROLES**

**3.15 TABLERO DE INSTRUMENTOS Y CONTROLES**

**3.15.1 INDICADORES**

**3.15.2 INTERRUPTORES Y/O VÁLVULAS**

**3.16 PARABRISAS**

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



**3.16.1 PARASOLES**

**3.16.2 LAVAPARABRISAS**

**3.16.3 LIMPIAPARABRISAS**

**3.16.4 SISTEMA DESEMPAÑANTE DE PARABRISAS (DEFROSTER)**

**3.17 VENTILADOR OPERADOR**

**4. ILUMINACIÓN**

**4.1 ILUMINACIÓN INTERIOR**

**4.1.1 ILUMINACIÓN DE OPERADOR**

**4.1.2 ILUMINACIÓN DEL HABITÁCULO**

**4.1.3 ILUMINACIÓN DE ACCESOS**

**4.2 ILUMINACIÓN EXTERIOR**

**4.2.1 ILUMINACIÓN AUXILIAR EN COMPARTIMIENTOS**

**5.- SISTEMA COMPLEMENTARIO**

**5.1 EQUIPO DE SEGURIDAD CON CÁMARAS DE VIDEO Y SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL GPS**

**5.2 SISTEMA DE PEAJE Y CONTEO DE PASAJEROS**

**5.3 CONEXIÓN WIFI**

**6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES**

**6.1 ESTRUCTURA GENERAL**

**6.1.1 CONSTRUCCIÓN**

**6.1.2 MATERIALES**

**6.1.3 LEVANTAMIENTO Y ARRASTRE**

**6.1.4 PROTECCIÓN CONTRA ACCIDENTES**

**6.1.5 PRUEBAS A LA ESTRUCTURA**

**6.1.5.1 ANÁLISIS DE VIBRACIONES**

**6.1.5.2 DISTRIBUCIÓN DE LAS CARGAS EN LOS EJES**

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



**6.1.5.3 ESTANQUEIDAD O IMPERMEABILIDAD DE LA CARROCERÍA**

**6.1.5.4 FLEXIÓN**

**6.1.5.5 LEVANTE**

**6.1.5.6 TERMOGRAFÍA**

**6.1.5.7 TORSIÓN**

**6.1.5.8 VIDA A LA FATIGA**

**6.1.5.9 VUELCO**

**6.2 AISLAMIENTOS**

**6.2.1 TÉRMICOS**

**6.2.2 ACÚSTICOS**

**6.2.3 ELÉCTRICOS**

**6.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES**

**6.3.1 BARRA PROTECTORA Y GANCHOS**

**6.3.2 BOTAGUAS**

**6.3.3 COMPARTIMIENTO DE SERVICIO**

**6.3.4 COMPARTIMIENTO DE SISTEMAS Y MECANISMOS**

**6.3.5 DEFENSAS**

**6.3.6 DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD**

**6.3.6.1 ALARMA DE REVERSA**

**6.3.6.2 BOTIQUÍN**

**6.3.6.3 CINTURÓN DE SEGURIDAD**

**6.3.6.4 CLAXON Y SIRENA DE APROXIMACIÓN**

**6.3.6.5 COLUMNA DE DIRECCIÓN DE SEGURIDAD**

**6.3.6.6 EXTINTOR**

**6.3.6.7 TRIÁNGULO DE SEGURIDAD**

**6.3.6.8 TORRETAS**

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



**6.3.7 ESCALERAS PARA MANTENIMIENTO**

**6.3.8 LETREROS DE RUTA**

**6.3.9 PARED DE FUEGO**

**6.3.10 PASALLANTAS**

**6.3.11 PINTURA**

**6.3.12 PROTECCIÓN PERIMETRAL**

**6.3.13 RECUBRIMIENTOS EXTERIORES**

**6.3.14 SUPERFICIES ANTIRREFLEJANTES**

**6.3.15 SOPORTE PORTA RETRIEVERS**

**7. SISTEMA ELÉCTRICO**

**7.1 TIPOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

**7.2 PROTECCIONES POR INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS**

**7.3 SISTEMAS DE ALTA TENSIÓN “AT”**

**7.3.1 ALTA TENSIÓN (DOBLE AISLAMIENTO)**

**7.3.2 APARTARRAYOS**

**7.3.3 DISYUNTOR EXTRARRÁPIDO**

**7.3.4 SISTEMA DE CAPTACIÓN DE CORRIENTE**

**7.3.4.1 CABEZA CAPTADORA**

**7.3.4.2 TROLES (PÉRTIGAS) Y RETRIEVERS**

**7.3.4.3 BASES DE TROLES**

**7.3.5 BANCO RECTIFICADOR PRINCIPAL “MRF”**

**7.3.6 SISTEMA DE TRACCIÓN/FRENADO**

**7.3.6.1 MOTOR ELÉCTRICO**

**7.3.6.2 EQUIPO DE CONTROL DEL CIRCUITO DE POTENCIA**

**7.3.6.3 TRANSDUCTORES**

**7.3.6.4 EQUIPO DE POTENCIA**

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



**7.3.6.5 RESISTENCIAS DE FRENADO**

**7.3.6.6 CONVERTIDOR AUXILIAR “CONV”**

**7.4 SISTEMAS DE BAJA TENSIÓN “BT”**

**7.4.1 BANCO BATERÍAS DE “BT”**

**7.5 FUENTE DE RESERVA “FR”**

**7.5.1 BANCO DE BATERÍAS DE “FR”**

**7.5.2 CARGADOR DE “FR”**

**7.5.3 CONMUTADOR DE BATERÍAS DE “FR”**

**7.6 REGISTRADOR DE EVENTOS**

**7.7 SISTEMA DE AUXILIARES**

**7.7.1 SUBSISTEMA DE ALUMBRADO**

**7.7.2 SUBSISTEMA DE MOTOCOMPRESOR**

**7.7.3 SUBSISTEMA DE PUERTAS**

**7.7.4 SUBSISTEMA DE BUCLE DE SEGURIDAD**

**7.7.5 SUBSISTEMA DE CONTROL DE VELOCIDAD**

**7.7.6 LUCES DE TRÁNSITO, FRENADO E INTERMITENTES**

**7.8 SISTEMA DE RETORNO NEGATIVOS**

**7.9 CONDUCTORES ELÉCTRICOS**

**7.9.1 IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS**

**7.9.2 INSTALACIÓN DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS**

**7.9.3 ENGARZADO**

**8. SISTEMAS ADICIONALES**

**8.1 SISTEMA DE FRENO**

**8.1.1 FRENO ELÉCTRICO REGENERATIVO.**

**8.1.2 FRENO ELÉCTRICO REOSTÁTICO**

**8.1.3 FRENO MECÁNICO**

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



#### **8.1.4 FRENO DE ESTACIONAMIENTO**

### **8.2 SISTEMA NEUMÁTICO**

#### **8.2.1 GRUPO MOTOCOMPRESOR**

#### **8.2.2 SECADOR DE AIRE**

#### **8.2.3 TANQUES DE ALMACENAMIENTO**

#### **8.2.4 TUBERÍAS Y ACCESORIOS**

#### **8.2.5 GOBERNADOR**

#### **8.2.6 SEPARADOR DE ACEITE**

### **8.3 SISTEMA DE DIRECCIÓN**

### **8.4 SISTEMA DE SUSPENSIÓN**

### **8.5 SISTEMA DE TRANSMISIÓN (CARDÁN Y DIFERENCIAL)**

### **8.6 SONORIZACIÓN**

## **9. INFORMÁTICA EMBARCADA**

### **9.1 CONCEPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL Y MANDO**

### **9.2 CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO**

### **9.3 FUNCIONES AUXILIARES INTEGRADAS A LA INFORMÁTICA**

### **9.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS PORTATILES**

### **9.5 SOFTWARE DE ANÁLISIS DE DATOS**

### **9.6 AYUDA AL MANTENIMIENTO**

## **10. ESTUDIO Y APROBACIÓN DEL PROYECTO PRELIMINAR**

### **10.1 DOCUMENTOS TÉCNICOS REQUERIDOS**

### **10.2 ELABORACIÓN DE LOS DOCUMENTOS**

### **10.3 CONTENIDO DE LA COLECCIÓN**

### **10.4 EJECUCIÓN DE PLANOS**

### **10.5 CONTROL DEL ESTUDIO**

### **10.6 ENTREGA DE DOCUMENTOS**



## **10.7 UTILIZACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN POR EL STE**

## **11. SUPERVISIÓN Y LOGÍSTICA DE PRUEBAS**

### **11.1 SUPERVISIÓN DE LA FABRICACIÓN**

### **11.2 RESPONSABILIDAD**

### **11.3 FASES DE LA SUPERVISIÓN**

#### **11.3.1 REVISIÓN DEL DISEÑO**

#### **11.3.2 SUPERVISIÓN EN LA RECEPCIÓN DE MATERIALES Y COMPONENTES**

#### **11.3.3 SUPERVISIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN**

#### **11.3.4 SUPERVISIÓN DE HERRAMIENTAS PARA EL PROCESO DE ENSAMBLE**

### **11.4 AUTORIZACIÓN DE EMBARQUE**

#### **11.4.1 ACTA DE APROBACIÓN DE TROLEBUS CABEZA DE SERIE**

#### **11.4.2 RECEPCIÓN DE TRASLADO DE LOS TROLEBUSES**

### **11.5 ACONDICIONAMIENTO**

### **11.6 PRUEBAS**

#### **11.6.1 TIPOS DE PRUEBAS**

##### **11.6.1.1 ESTRUCTURA**

##### **11.6.1.2 PRUEBAS A LA UNIDAD DE TRANSMISIÓN, DIFERENCIAL, SUSPENSIÓN Y SISTEMA DE FRENADO**

##### **11.6.1.3 PRUEBAS DEL GRUPO MOTOCOMPRESOR**

##### **11.6.1.4 PRUEBAS DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS**

##### **11.6.1.5 PRUEBAS AL MOTOR DE TRACCIÓN, EQUIPO DE CONTROL TRACCIÓN/FRENADO, INTERRUPTORES DE POTENCIA Y EQUIPOS PERIFÉRICOS**

##### **11.6.1.6 PRUEBAS A EQUIPOS DE PROVEEDORES**

##### **11.6.1.6.1 PRUEBAS A MATERIALES Y COMPONENTES**



**11.6.1.6.2 PRUEBA DE VIDA DE LOS MECANISMOS DE APERTURA-CIERRE DE PUERTAS**

**11.6.1.6.3 PRUEBA DE VIDA DE LOS MECANISMOS DE APERTURA-CIERRE DE VENTANAS**

**11.6.1.6.4 PRUEBAS AL MOTOR DE TRACCIÓN**

**11.6.1.6.5 APARTARRAYOS, DISYUNTOR EXTRARRÁPIDO Y CONVERTIDOR AUXILIAR**

**11.6.1.6.6 PRUEBA DE VIDA DEL SISTEMA DE LIMPIAPARABRISAS**

**11.6.1.7 PRUEBA DE HERMETICIDAD DEL SISTEMA NEUMÁTICO**

**11.6.1.8 ESTANQUEIDAD DE LA UNIDAD**

**11.6.1.9 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO DESPUÉS DE LA PRUEBA DE ESTANQUEIDAD**

**11.6.1.10 RADIOS DE GIRO**

**11.6.1.11 VISIBILIDAD Y ZONAS CIEGAS DEL OPERADOR**

**11.6.1.12 FUNCIONAMIENTO ELÉCTRICO DEL SISTEMA TRACCIÓN/FRENADO**

**11.6.1.13 FUNCIONAMIENTO INTEGRAL DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN**

**11.6.1.14 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE FRENOS**

**11.6.1.15 FUNCIONAMIENTO INTEGRAL DEL SISTEMA NEUMÁTICO**

**11.6.1.16 INDICADOR DE CARROCERÍA ENERGIZADA**

**11.6.1.17 OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RETENCIÓN DE PÉRTIGAS**

**11.6.1.18 COMPORTAMIENTO DE LA SUSPENSIÓN**

**11.6.1.19 PARES DE APRIETE**

**11.6.1.20 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO**

**11.7 PRUEBAS CIITEC**

**11.8 PRUEBAS A CONSIDERAR**

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



## **11.9 PRUEBAS DE TROLEBUSES EN LÍNEA SIN USUARIOS**

### **11.9.1 PRUEBAS DE TROLEBUSES CON LASTRE**

### **11.9.2 PRUEBAS DE TROLEBUSES SIN SISTEMA DE RESPALDO**

## **11.10 ACTA DE RECEPCIÓN PROVISIONAL**

## **11.11 ACTA DE RECEPCIÓN DEFINITIVA**

## **12. ÍNDICES DE FIABILIDAD, DISPONIBILIDAD Y MANTENIBILIDAD**

### **12.1 FIABILIDAD**

#### **12.1.1 ESPECIFICACIÓN DE LA FIABILIDAD POR LOTE, TROLEBÚS Y SUS SISTEMAS EN GARANTÍAS**

#### **12.1.2 ESPECIFICACIÓN DE LA FIABILIDAD POR SISTEMA**

#### **12.1.3 PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA FIABILIDAD**

#### **12.1.4 ESTUDIO DE FIABILIDAD**

### **12.2 DISPONIBILIDAD**

### **12.3 MANTENIBILIDAD**

#### **12.3.1 CRITERIOS DE MANTENIBILIDAD**

#### **12.3.2 PLAN DE MANTENIBILIDAD**

### **12.4 PLAN DE MANTENIMIENTO**

### **12.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

#### **12.5.1 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO**

#### **12.5.2 MODIFICACIONES A LOS CRITERIOS DE MANTENIMIENTO**

#### **12.5.3 EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

#### **12.5.4 CALIFICACIÓN PONDERADA DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

## **13. SERVICIO POST-VENTA**

### **13.1 GARANTÍAS**

#### **13.1.1 GARANTÍA NORMAL**

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



- 13.1.2 GARANTÍAS PARTICULARES
- 13.1.3 DEFECTOS, FALLAS SISTEMÁTICAS Y VICIOS OCULTOS
- 13.1.4 VIGENCIA DE GARANTÍAS
- 13.1.5 AMPLIACIONES
- 13.1.6 OBLIGACIONES DE GARANTÍAS
- 13.2 IMAGEN Y CONFORT
- 13.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO
  - 13.3.1 CONDICIONES PARA EL REFACCIONAMIENTO
- 13.4 ATENCIÓN DE SITUACIONES DE EMERGENCIA
- 13.5 TALLERES INSTALACIONES Y EQUIPOS
  - 13.5.1 TALLERES
  - 13.5.2 INSTALACIONES Y EQUIPOS
- 13.6 NORMAS DE SEGURIDAD Y DISPOSICIONES INTERNAS DEL STE
- 13.7 EXISTENCIA DE REFACCIONAMIENTO EN EL MERCADO
- 14. GENERALIDADES
  - 14.1 NORMAS
  - 14.2 CONDICIONES GENERALES
  - 14.3 OBLIGACIONES
  - 14.4 CAPACITACIÓN
- 15. ARBITRAJE TÉCNICO
- 16. PROPUESTA TÉCNICA



## 1. OBJETIVO

Establecer los requerimientos técnicos y funcionales que deben cumplir el diseño, fabricación, suministro, pruebas y puesta en servicio de trolebuses nuevos que operen en la red de líneas y corredores a cargo del Servicio de Transportes Eléctricos de la Ciudad de México (STE).

## 2. DATOS GENERALES

La presente especificación establece los requisitos mínimos que se deben cumplir para el diseño, fabricación, suministro, pruebas y puesta en servicio de los trolebuses, con la finalidad de mejorar la oferta de servicio en la red de líneas y corredores a cargo STE.

El alcance general consiste en:

- Diseño y fabricación de trolebuses nuevos.
- Pruebas estructurales y funcionales en planta (FAT Subsistema y sistema).
- Transporte de los trolebuses nuevos para su entrega en el Almacén General del Servicio de Transportes Eléctricos de la Ciudad de México, ubicado en Avenida Municipio Libre 402, Colonia San Andrés Tetepilco, Alcaldía de Iztapalapa, C.P. 09440.
- Pruebas funcionales (integración SAT) y de recepción, capacitación para la operación y mantenimiento de todos los sistemas que integren al trolebús y la puesta en servicio.
- Lote de refacciones de consumo para asegurar la operación de los trolebuses durante el periodo de garantía normal (para mantenimiento preventivo).
- Entrega e instalación de los bancos de pruebas para el sistema de tracción/frenado y Convertidor Auxiliar y Sistema para alineación y balanceo de llantas para los trolebuses.

Con el objetivo de no interrumpir el servicio de transporte, las pruebas y mediciones que deban realizarse en las líneas se programarán en coordinación con el STE.

“El Licitante” considerará como parte de su propuesta técnica la entrega del porcentaje de fiabilidad (especificando MDBF “Mean Distance Between Failure” en Kilómetros y MTBF “Mean Time Between Failure”) de cada uno de los Sistemas y equipos que se instalarán en los trolebuses (sistema de Tracción, Convertidores, Sistema de Respaldo de Energía, Registrador Programable de Eventos, Sistema Neumático, Sistemas Auxiliares, Suspensión, Diferencial, Dirección, etc.), con la finalidad de que cumpla a satisfacción con todos los parámetros funcionales, de fiabilidad, de seguridad y de calidad, solicitados en la presente especificación Técnica.

Los trolebuses serán de tracción eléctrica para prestar el servicio de transporte público de pasajeros en zona urbana.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



“El Licitante” considerará para la elaboración de su Propuesta Técnica, la integración de un sistema de alimentación eléctrica secundaria (Autonomía), que permita funcionar a los trolebuses de forma independiente a la alimentación eléctrica que obtiene de la catenaria, para recorrer una distancia mínima de 10 Km conforme al punto 7.5 “Fuente de reserva “FR”” de esta especificación.

## 2.1 DIMENSIONES Y PESOS

Descripción	Dimensión
Largo del trolebús	12 a 12.5 m
Ancho del trolebús	2.5 a 2.6 m
Altura de piso a punto más alto del trolebús	3.8 m máx.
Entrevía delantera	1.950 m mín.
Entrevía trasera	1.800 m mín.
Altura del suelo a piso de habitáculo	0.360 m máx.
Altura del suelo a la parte más baja del trolebús	0.20 m mín.
Radio de giro	12 m máx.
Volado delantero	55% máx. distancia entre ejes
Volado trasero	65% máx. distancia entre ejes
Ángulo mínimo de entrada	8°
Ángulo mínimo de salida	8°
Ancho de habitáculo	2.320 m mín.
Altura de habitáculo	2.0 m mín.
Capacidad de pasajeros	84 a 90
Capacidad de pasajeros sentados	28
Capacidad de pasajeros de pie	56 a 62
Puerta de ascenso	1
Claro de puerta de ascenso	1.9 x 0.90 m mín.
Puerta de descenso	1 ó 2
Claro de puerta de descenso	1.9 x 1.2 m mín.
Peso vehicular	12,500 Kg máx.
Capacidad de pasajeros (90 pasajeros 6/m <sup>2</sup> , 70 kg por persona)	6,300 Kg
Peso bruto vehicular (6/m <sup>2</sup> )	19,500 Kg máx.
Vida útil	20 años

**NOTA:** La distancia entre ejes, será aceptada siempre y cuando la disposición de los ejes permita la distribución adecuada de las cargas así como la maniobrabilidad y dimensiones interiores y exteriores especificadas para el trolebús en los *Manuales Técnicos de Seguridad, Accesibilidad, Comodidad y Fabricación de Autobuses Nuevos Corto, Mediano y Largo, de Piso Alto, Entrada Baja y Motor de Aplicación Delantera y Trasera para Prestar el Servicio Público de Transporte de Pasajeros en el Distrito Federal*, en adelante “Lineamientos de SEMOVI”, publicados en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 14 de Octubre del 2014. Dicho documento se incluye en el apéndice “A”.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



## 2.2 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Descripción	Dimensión
Tensión nominal de alimentación	600 VCD
Rango de variación de alimentación	420 – 750 VCD
Captación de corriente	Inserto de carbón colector de energía para catenaria, alambre ranurado de cobre calibre 2/0 AWG
Tensión de circuito de control	24 VCD
Rango de variación	18 – 27 VCD
Tensión de circuito de CA	220 VCA / 3F - 4 hilos
Frecuencia	60 Hz

## 2.3 CAPACIDAD

Los trolebuses contarán con una capacidad de 84 a 90 pasajeros (carga de 4/4), “El Licitante” deberá considerar para la elaboración de su Propuesta Técnica la distribución de asientos para pasajeros, asientos preferentes, espacios para personas con discapacidades diferentes, accesibilidad, espacio destinado a la silla de ruedas con los sistemas de fijación correspondiente y pasajeros de pie (6 pas/m<sup>2</sup>), deberá cumplir con la norma TSI PMR/164 EC y “Lineamientos de SEMOVI”.

Los trolebuses deberán soportar y operar en condiciones extremas con carga de pasajeros de 5/4, sin que la unidad presente daños en su estructura o equipos.

Capacidad de pasajeros	Cantidad
Capacidad (2/4)	42 a 45
Capacidad (3/4)	63 a 67
Capacidad (4/4)	84 a 90
Capacidad (5/4)	105 a 112

## 2.4 DESEMPEÑO

Descripción	Dimensión
Velocidad máxima	60 Km/h
Velocidad máxima de servicio	50 Km/h
Indicador de sobre velocidad	50 Km/h
Aceleración con carga a 3/4, ajustable desde software.	0.9 m/s <sup>2</sup> de 0 a 20 Km/h 1.1 m/s <sup>2</sup> máx. de 21 a 60 Km/h
Desaceleración mínima con freno de servicio con carga de (4/4), ajustable desde software.	1.1 m/s <sup>2</sup> hasta 0 Km/h

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Descripción	Dimensión
Desaceleración de freno de emergencia Conforme a "Lineamientos de SEMOVI"	1.8 m/s <sup>2</sup> hasta 0 Km/h
Pendiente máxima superable	12 %
Tiempo de operación mínimo ininterrumpido	22 horas

## 2.5 DISTRIBUCIÓN DE PESO

La ubicación de los equipos y de los pasajeros deberá realizarse de tal forma que se obtenga una distribución equilibrada de los pesos en el trolebús, que permita fluidez de circulación al interior. "El Licitante" realizará y presentará como parte de su Propuesta Técnica, el estudio que describa la distribución de equipos y la repartición de pesos en los ejes del trolebús.

## 2.6 CONDICIONES DE CIRCULACIÓN

Con el fin de que "El Licitante" conozcan las condiciones ambientales y de infraestructura electromecánica en donde circulan los trolebuses, a efectos de garantizar la durabilidad, la funcionalidad y la seguridad en la operación, se describe los siguientes puntos:

### 2.6.1 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

En la Ciudad de México se tienen lluvias abundantes, por lo tanto, deberán tomarse medidas necesarias tanto en equipos, como en la construcción de los trolebuses para disminuir el efecto climatológico en su funcionamiento y durabilidad.

Conviene señalar que la estanqueidad de las paredes exteriores de los compartimientos, así como de las puertas tienen que considerar estas condiciones para asegurar que su eficiencia no se degrade antes de su vida útil, por lo que deben utilizarse productos químicos y procesos apropiados en el tratamiento de las partes metálicas sueltas y en general en el acabado de la carrocería que los proteja contra la corrosión, se tomará como características principales de clima las siguientes:

Descripción	Dimensión
Temporada de lluvias abundantes	4 meses
Temperatura en el curso del año.	-6°C a 40°C
Índice de humedad relativa máxima	100 %
Altura máxima sobre el nivel del mar.	2,240 m.s.n.m.
Precipitación pluvial anual promedio.	900 a 1,500 mm
Eventuales tormentas intensas.	
Altos niveles de contaminación ambiental.	
Agentes externos: Lluvias ácidas, grasas, aceites, solventes, eventuales inundaciones, etc.	



## 2.6.2 CARACTERÍSTICAS DE LA RUTA DE CIRCULACIÓN

Los trolebuses objeto de ésta especificación Técnica deben estar concebidos para circular por las calles de la red de líneas y corredores a cargo del STE, cuyos parámetros responden a lo siguiente:

Descripción	Dimensión
Altura máxima de los topes	120 mm
Radio mínimo de curvatura	12,000 mm
Ancho de carril asignado a trolebuses	3,000 mm
Pendiente máxima superable	12% a plena carga y partiendo del reposo.
Distancia promedio máxima recorrida por unidad en un día	300 Km
Horarios de trabajo <sup>(1)</sup>	Lunes a Viernes de 04:00 a 02:00 horas Sábado de 05:00 a 02:00 horas Domingo de 05:30 a 02:00 horas
Horario de mayor demanda	07:00 a 10:00 hrs 17:00 a 20:30 hrs
Velocidad Promedio	50 Km/h
Tiempo mínimo de trabajo continuo	22 horas

<sup>(1)</sup> En los Corredores Cero Emisiones se presta el servicio las 24 horas, los 365 días del año con el programa “Nochebús”.

Las calles por las cuales circulan las unidades presentan baches y ondulaciones sobre el asfalto en forma aleatoria.

Para garantizar que los trolebuses nuevos operen satisfactoriamente en la en la red de líneas y corredores a cargo STE, “El Licitante” adjudicado será el responsable del diseño y construcción de las unidades y deberá conocer las instalaciones, las condiciones de tránsito vehicular en la Ciudad de México, así como el estado general del asfalto por donde circularán y retroalimentar su diseño. Para lo cual se realizara un recorrido por las líneas y corredores y talleres, previo a la junta de aclaraciones.

## 2.6.3 SUBESTACIONES

Las subestaciones rectificadoras con las que operan las líneas de trolebuses del STE, son alimentadas en mediana tensión de 23 KV en corriente alterna, 3 fases, 60 Hz y entregan una tensión rectificada de 600 Volts de Corriente Directa (VCD), la composición general de las subestaciones es:

- Equipos de maniobras para conexión–desconexión y protecciones asociadas de mediana tensión.
- Transformador de potencia de 2,000 KW, 2,225 KVA/ 472 V.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



- Rectificador de potencia de estado sólido con enfriamiento natural.
- Equipos de maniobras para conexión–desconexión y protecciones asociadas para distribución de corriente continua.
- Tableros de mando, control y telecomunicaciones.
- Sistema de energía auxiliar a base de banco de baterías y cargadores.

El diseño de las subestaciones cumple con las Norma NOM-001-SEDE-2012 Internacionales para subestaciones rectificadoras para servicio de transporte ligero. Con capacidad del 100% de carga en servicio normal, capacidad de sobrecarga de 150% de carga durante 2 horas y 200% de carga durante un minuto. Para mayor referencia se adjunta el esquema de energización y distribución de subestaciones de las líneas de trolebuses del STE, (apéndice “B”).

#### 2.6.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA LÍNEA ELEVADA (LAC)

Descripción	Dimensión
Tensión nominal de alimentación	600 VCD
Rango de variación	420 – 750 VCD
Altura nominal de línea elevada	5.5 m
Variación de la altura de la catenaria	4.2 – 6.7 m
Calibre de alambre ranurado	2/0 AWG
Posición de conductores	Positivo: Parte interior de calle Negativo: Próximo a la acera
Separación entre conductores aéreos	610 mm
Fuerza de contacto de la pértiga con la catenaria	12.5 Kg

(apéndice “C”).

### 3. ESPECIFICACIONES ANTROPOMÉTRICAS Y ERGONOMÉTRICAS DEL HABITÁCULO

La disposición interior en el habitáculo de puertas y asientos debe permitir una fluida circulación de pasajeros, así como una rápida evacuación en caso de emergencia. El habitáculo debe ser un espacio continuo con las mínimas interrupciones de la circulación, una máxima capacidad y con ausencia de aristas vivas y recodos.

#### 3.1 ACCESOS

Los trolebuses deberán estar provistos de dos puertas en su costado derecho, de las cuales una será para el ascenso y la otra para el descenso de pasajeros, en las puertas se deberá considerar la preparación para la instalación de un sistema de conteo de pasajeros que ascienden y descienden del trolebús.

##### 3.1.1 PUERTAS DE ASCENSO Y DESCENSO

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--

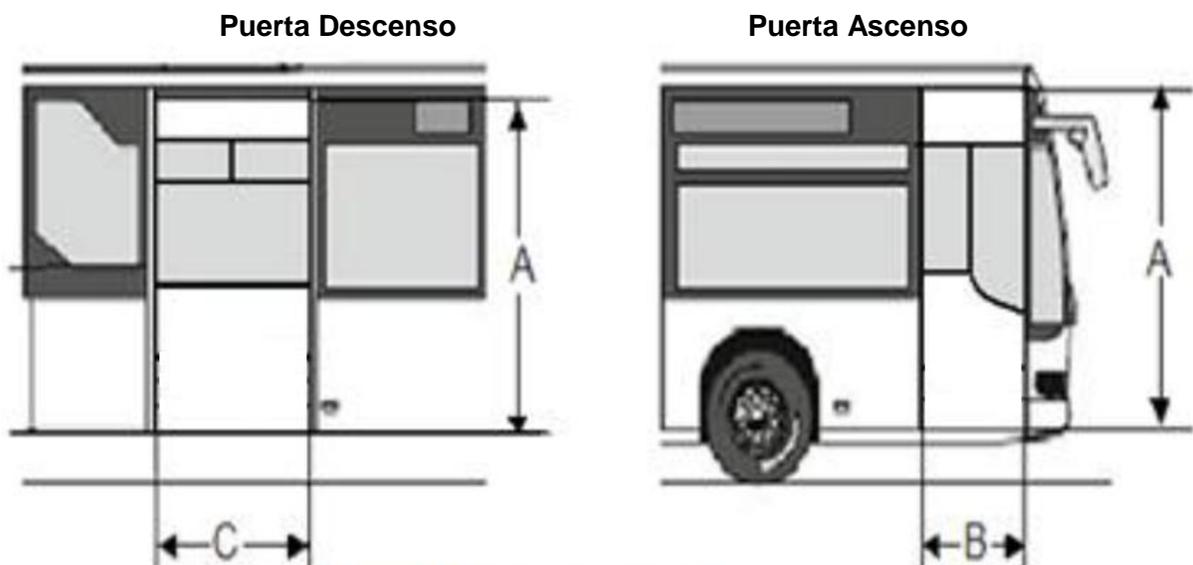


Los trolebuses tendrán una puerta para ascenso de pasajeros ubicada adelante del eje delantero y debe dar directamente al puesto de conducción, facilitando al operador ver y atender a los pasajeros. El claro útil para esta puerta en posición abierta no debe ser menor a 1,180 mm. Figura 1.

El trolebús tendrá una puerta para el descenso de pasajeros ubicada entre los ejes de las llantas. El claro útil de esta puerta en posición abierta no debe ser menor a 1,500 mm, medidos a la mitad de la altura libre de la puerta.

Las puertas serán del tipo abatibles o de diseño cuyo funcionamiento esté plenamente probado en unidades de transporte masivo, con una altura mínima de 2,000 mm. La puerta de ascenso debe tener un cristal en un área no menor del 60% en su mitad superior y 30% en la parte baja de la mitad inferior. Las puertas de descenso deberán tener 60% de cristal como mínimo en su mitad superior.

**NOTA:** Las imágenes contenidas en esta especificación técnica son ilustrativas y no deberán ser tomadas para la elaboración del diseño de los trolebuses.



<b>A</b>	2,000 mm
<b>B</b>	1,180 mm
<b>C</b>	1,500 mm

Figura 1. Dimensiones de las puertas.

El accionamiento del mecanismo de las puertas será tipo electroneumático, de construcción robusta para trabajo pesado y de fácil mantenimiento. Este sistema debe ser silencioso y el control de apertura-cierre sólo debe ser manipulado por el operador del trolebús. El sistema

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



de puertas de la unidad debe permitir su funcionamiento manual en caso de falla de los sistemas de control y/o de operación. Asimismo, considerará colocar un dispositivo (botonera) que permita la apertura y cierre de la puerta delantera por el exterior (parte interior de la mascarilla frontal), dicho dispositivo deberá colocarse de tal manera que únicamente el operador la pueda activar, la ubicación impedirá que personas ajenas al servicio puedan accionarlo, evitando actos vandálicos y de rapiña.

El trolebús en su sistema de puertas contará con un dispositivo que impida el movimiento de la unidad con las puertas abiertas, éste dispositivo se podrá desactivar por falla del mecanismo de cierre, en caso necesario, el medio de desactivación se ubicará en el área de operador, en un compartimiento con cerradura triangular tipo pestillo con una calcomanía auto adherible indicando la posición de apertura/cierre para que solamente personal de mantenimiento pueda inhabilitar esta función.

“El Licitante” deberá incluir en su Propuesta Técnica el diseño y ubicación de la botonera de apertura y cierre de puerta delantera desde el exterior y el dispositivo para desactivar el mecanismo de cierre de puertas.

Cada puerta debe estar constituida por dos hojas. El revestimiento exterior de ambas caras de las puertas será de lámina de acero inoxidable y su fabricación garantizará la vida útil solicitada para los trolebuses.

Los bordes o cantos verticales de las puertas estarán provistos con rebordes de material flexible los cuales minimicen o amortigüen cualquier golpe o presión que las puertas puedan ejercer sobre los pasajeros. Todos los elastómeros y cañuelas deben permitir un fácil mantenimiento (montaje y desmontaje) y garantizar una adecuada estanqueidad hacia el interior de la unidad.

El diseño del sistema de puertas deberá contemplar un sistema de detección de obstáculos, el cual abrirá de manera automática al localizar un objeto en la trayectoria de cierre de puertas.

La colocación de las puertas y sus mecanismos deben permitir al operador tener una buena visibilidad del pasajero que asciende o desciende.

No deberán existir proyecciones hacia el exterior cuando las puertas estén abiertas.

### **3.1.1.1 RAMPA DE ACCESO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN SILLA DE RUEDAS**

El dispositivo se ubicará en la puerta de descenso más cercana a la zona del vestíbulo y deberá constar de una rampa de piso a banqueta con una pendiente máxima de 8%, la cual deberá ser de operación manual y contar con dispositivos de señalización visual y auditiva en el área del operador, el diseño y operación se deberá apegar a los “Lineamientos de SEMOVI”.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



### 3.2 DIMENSIONES DEL HABITÁCULO

Las siguientes especificaciones se basan en el Reglamento 36 de la Organización de las Naciones Unidas, homologado por la Comunidad Económica Europea en los acuerdos de Ginebra en 1958, ratificados en 1978 por la ONUDI, y adaptaciones de dimensiones propias para la Población Mexicana. Figura 2.

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	DIMENSIÓN
<b>A</b>	Altura de piso a Toldo	2,250 mm mínimo, medido en la zona de tránsito de pasajeros
<b>B</b>	Ancho del Habitáculo	2,320 mm mínimo, medido a 800 mm de altura del piso del trolebús

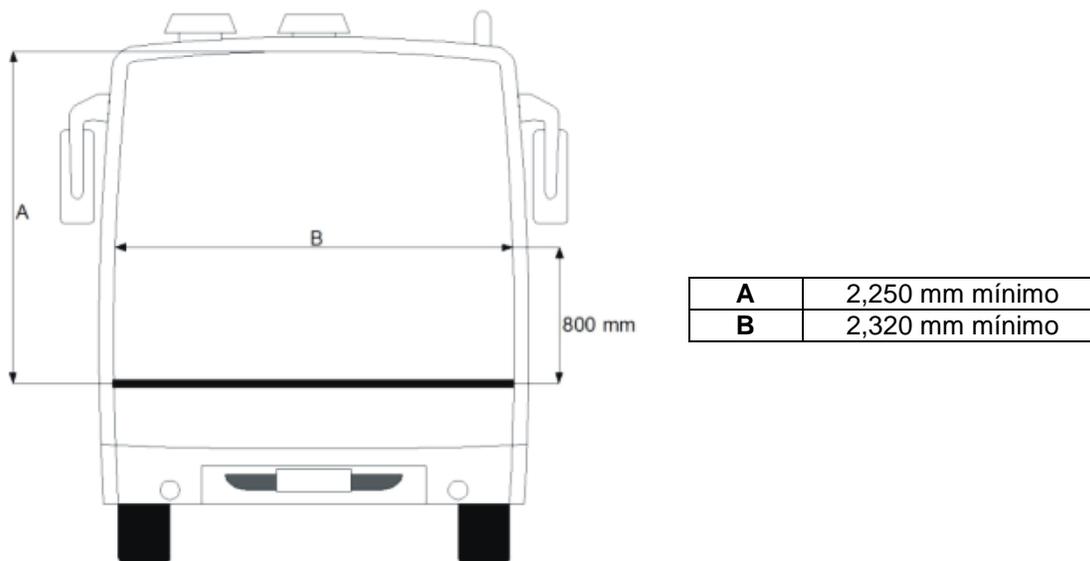


Figura 2. Dimensiones del habitáculo.

### 3.3 SALIDAS DE EMERGENCIA

Los trolebuses contarán con tres ventanas que actúen como salidas de emergencia, dos en el costado izquierdo y otra del costado derecho. La primera coincidiendo con el área del vestíbulo y la segunda cerca de la zona de conducción y la tercera ubicada entre ambas puertas.

El sistema de accionamiento de las salidas de emergencia será accesible a los pasajeros sin interferencia alguna, deberá estar colocado de manera segura y su fijación será robusta para impedir el accionamiento accidental, actos de vandalismo, de rapiña y deberá evitar la producción de vibraciones.

Las instrucciones para la apertura de las ventanas de emergencia, así como su identificación estarán adheridas al cristal y no se deben desprender al efectuar la limpieza de la ventana ni al presentar empañamiento en época de lluvias.

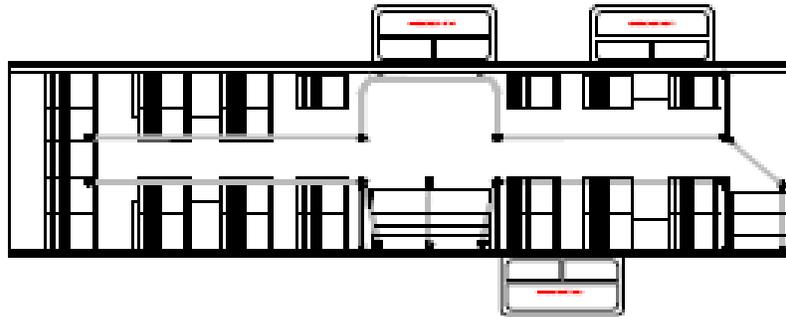
Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



El sistema de puertas de los trolebuses deberá permitir su liberación manual en caso de emergencia, la liberación de puertas se llevará a cabo mediante un dispositivo de fácil accionamiento (válvula), se considerará una señal óptica y una audible para que le informen al operador cuando se haya ejecutado la liberación de puertas, se considerará un dispositivo de liberación por cada puerta y será de fácil acceso para los pasajeros con instrucciones precisas para liberarlas en caso de emergencia, su diseño deberá impedir el accionamiento accidental.

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	DIMENSIÓN
<b>A</b>	Alto	800 mm mínimo, se considera el claro libre
<b>B</b>	Largo	950 mm mínimo, se considera el claro libre
<b>Número de ventanas</b>		3
<b>Ubicación</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 (dos) del lado izquierdo una coincidiendo con el vestíbulo y otra cercana a la zona de conducción</li> <li>• 1 (una) del lado derecho entre puertas</li> </ul>

Borrar distribución interior



<b>A</b>	800 mm mínimo
<b>B</b>	950 mm mínimo

Figura 3. Salidas de emergencia.

### 3.4 MEDALLÓN

El medallón será de cristal templado de 4 a 6 mm de espesor nominal y entintado con una transmitancia del 50% al 60%, de acuerdo al proyecto de norma PROY-NOM-115-SCFI-

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



2001. Su aplicación será con adhesivo estructural garantizando su fijación, alineación, simetría y estanqueidad permanente. Figura 4.

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
<b>A</b>	Ancho	1,200 mm mínimo, se considera el claro libre
<b>B</b>	Altura	600 mm mínimo, se considera el claro libre
<b>Tipo</b>	Pegado (Sellado con adhesivo estructural)	

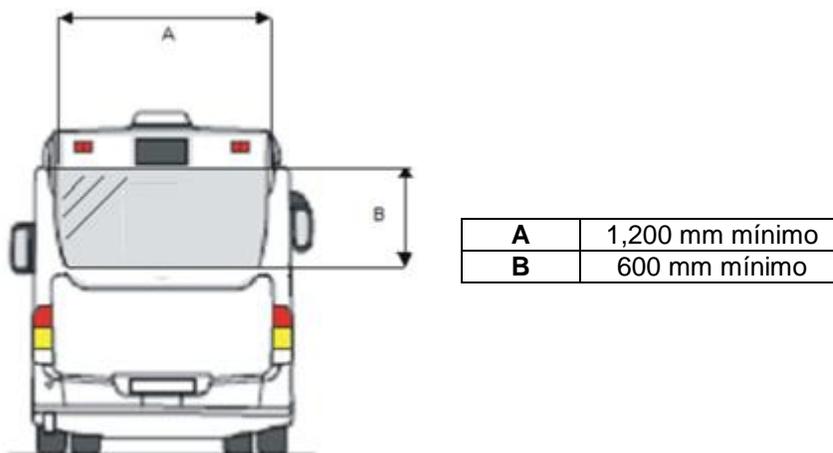


Figura 4. Dimensiones del medallón.

### 3.5 VENTILACIÓN DE PASAJEROS

Para el diseño de los trolebuses se deberá considerar equipar el habitáculo con un sistema de ventilación forzada para pasajeros.

El sistema de ventilación consistirá básicamente de:

- Un motor.
- Una hélice de material plástico, calidad autoextinguible.
- Una estructura soporte.
- Difusor.
- Un conjunto de mecanismos de sujeción y abatimiento.

La renovación del aire en el habitáculo se efectuará por medio de 2 grupos de ventilación, cuando menos, distribuidos de manera uniforme dentro del peralte del techo y su mando de operación o paro, será dado en forma manual por un interruptor de accionamiento que indicará la situación de apagado/encendido, desde el puesto del operador.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Los motores de los ventiladores se alimentarán a partir de la tensión alterna de 127 VCA/60 Hz, los rodamientos se seleccionarán adecuadamente en función de la posición en la que operarán y serán aptos para uso en transporte de pasajeros.

Estos ventiladores tomarán el aire del exterior a través de ductos individuales provistos de filtros, localizados adecuadamente en el techo del habitáculo y lo inyectarán al interior por medio de difusores cuyo acabado armonizará con el interior del habitáculo, dichos difusores asegurarán que el flujo de aire sea impulsado en una forma uniforme hacia la zona ocupada por los pasajeros.

Cada grupo de ventilación será capaz de mover al menos 2,000 m<sup>3</sup>/hr, y contará con una protección termomagnética. El peso de cada grupo de ventilación no deberá ser mayor a 15 kg.

### 3.6 VENTANAS DE PASAJEROS

“El Licitante” deberá incluir en su Propuesta Técnica la disposición y cantidad de ventanas a instalar en el trolebús dando prioridad a los aspectos de seguridad manejados en la presente especificación técnica.

El diseño de las ventanas deberá ser resistente para evitar deformaciones por impactos leves en su funcionamiento, pegadas a la estructura con adhesivo estructural, que en su operación esté libre de vibraciones y garantizar la estanqueidad hacia el interior del habitáculo.

El diseño y modelo de las ventanas laterales deben cumplir con pruebas de resistencia aplicada en transporte de pasajeros y comprobadas satisfactoriamente. Las ventanas estarán pegadas (selladas) y adheridas a la estructura, con la resistencia suficiente del cristal y la unión a la carrocería para soportar un esfuerzo normal a la superficie del cristal de 274 kg, uniformemente repartidos en la zona fija (no aplicar en el área de ventilas) sin romperse o desprenderse de la carrocería.

Todos los cristales utilizados en ventanas laterales, serán del tipo templado y fabricados según el proyecto de norma PROY-NOM-115-SCFI-2001, transparentes o entintados de un espesor de 4 a 6 mm con una transmitancia de 50% a 60% (se aceptará cristales entintados únicamente si viene de fábrica). Las ventanas pueden tener una sección fija y el resto deslizable. Es de vital importancia considerar que el seguro de la ventana deslizable garantice que no se accionará por si solo durante el recorrido del trolebús.

La sección móvil no debe permitir a los pasajeros sacar los codos, manos, brazos o cabeza por alguna ventila estando sentados o de pie, deberán contar con advertencia mediante avisos adheridos a la misma (calcomanías) del riesgo que implica hacer mal uso de la ventana.

El cambio de las secciones deslizables (ventilas) deberá realizarse sin necesidad de retirar el conjunto y su mantenimiento será nulo.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



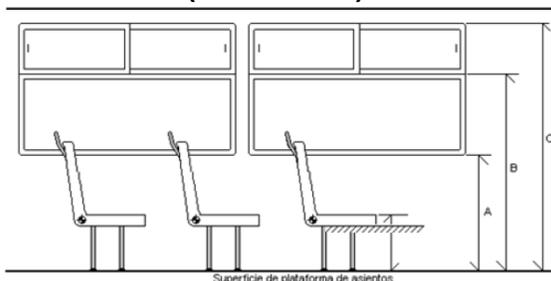
La ventana ubicada en la zona del vestíbulo contará únicamente con cristales fijos.

### 3.6.1 VISIBILIDAD DE PASAJEROS

Ver Figura 5.

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	DIMENSIÓN
<b>A</b>	Altura de borde inferior de ventana.	800 mm mínimo medido desde el piso de la unidad sin considerar el radio, chaflán y pasallanta.
<b>B</b>	Altura a cualquier elemento divisorio horizontal.	1,420 mm mínimo, medido del piso de la unidad al borde inferior del elemento, sin considerar el radio, el chaflán y pasallanta. (Esta dimensión definirá la altura de la ventila deslizante), excepto en las salidas de emergencia.
<b>C</b>	Altura del borde superior de ventanas.	1,920 mm mínimo, medido del piso de la unidad al borde inferior del elemento sin considerar el radio, el chaflán y pasallanta.

#### VISIBILIDAD DE PASAJEROS (VENTANAS)



<b>A</b>	800 mm
<b>B</b>	1,420 mm mínimo
<b>C</b>	1,920 mm mínimo

Figura 5. Visibilidad de pasajeros.

### 3.7 DISPOSITIVOS PARA DESPLAZARSE, SUJETARSE Y DELIMITAR ZONAS

Los trolebuses deberán estar equipados con un sistema de barras de apoyo para pasajeros y se hará una consideración especial para recubrir los elementos que ayuden a los usuarios a subir bajar y desplazarse al interior del trolebús, a fin de evitar descargas por carrocería energizada, éste aislamiento será de uso rudo y deberá cubrir las zonas de contacto directo con los pasajeros y operador, con un tiempo de vida útil de 20 años y deberá garantizar la seguridad de los pasajeros (esfuerzos mecánicos, vibraciones y rigidez dieléctrica).

El anclaje y/o fijación de estos elementos (asideras, postes, etc.) para sujetarse o desplazarse, deberá realizarse directamente a la estructura del trolebús. Para lo anterior se contemplará únicamente tornillería de acero inoxidable, con dimensiones de acuerdo a normas ISO de cuerda milimétrica y cabeza de seguridad para evitar que los pasajeros manipulen su anclaje. Los elementos de anclaje deben quedar ocultos dentro de los dispositivos de ensamble o al ras de los mismos.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Los elementos para sujetarse o desplazarse deben estar diseñados, anclados e instalados para soportar los esfuerzos y vibraciones a los cuales serán sometidos cada uno de ellos durante la operación del trolebús sin deformarse o moverse de su posición original.

### 3.7.1 ASIDERAS

Independiente a la distribución de asientos de pasajeros, se deben colocar tubos horizontales corridos a lo largo del trolebús en ambos lados del pasillo, excepto en el área de puertas y vestíbulo, que permitan al pasajero apoyarse en ellos para mantener el equilibrio.

No se permiten pasamanos o asideras al centro del trolebús, ni en sentido perpendicular del eje longitudinal del mismo.

Las piezas de unión, sujeción y tornillería deberán ser fabricadas en acero inoxidable con acabado pulido satinado.

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES
<b>A</b>	Altura	1,750 a 1,800 mm medidos del piso al centro de la asidera
<b>B</b>	Diámetro	31.8 a 40 mm
<b>C</b>	Distancia del costado a la asidera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 550 a 650 mm en los lados con la mayoría de asientos individuales</li> <li>• 650 a 750 mm en los lados con mayoría de asientos tipo mancuerna o en el vestíbulo.</li> </ul> Ambos medidos del costado de la unidad al centro de la asidera a una altura de 1,750 a 1,800 mm
	Material	Deberán ser fabricados en tubo de Acero inoxidable AISI 304, acabado satinado.
	Espesor	1.8 mm

### 3.7.2 POSTES

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	DIMENSIÓN
<b>D</b>	Diámetro	31.8 a 40 mm
<b>Ubicación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 (uno) en puerta de ascenso mínimo</li> <li>• 2 (dos) en puerta doble de descenso colocados a los extremos próximos a la puerta</li> <li>• 2 (dos) en el vestíbulo mínimo, colocados en sus extremos</li> <li>• Colocar un poste cada 1,400 mm como mínimo, alternados sólo del lado de asientos individuales. Si hay mancuernas con asideras eliminar los postes</li> </ul>	
<b>Material</b>	Deberán ser fabricados en tubo de acero inoxidable AISI 304, acabado satinado.	
<b>Espesor</b>	1.8 mm	

### 3.7.3 BARANDALES

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	DIMENSIÓN
--------------	-------------	-----------

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



<b>E</b>	Altura	850 mm mínimo
<b>F</b>	Altura en vestíbulo	850 a 900 mm
<b>G</b>	Diámetro	31.8 a 40 mm
<b>Ubicación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El área de puertas</li> <li>El área del operador evitando que los pasajeros invadan la zona de conducción</li> <li>Los tres extremos del vestíbulo</li> </ul> <p>En caso de tener un parabrisas cuyo borde sea igual o inferior a 600 mm con respecto al piso, se colocará un barandal que cubra la sección derecha de éste.</p>	

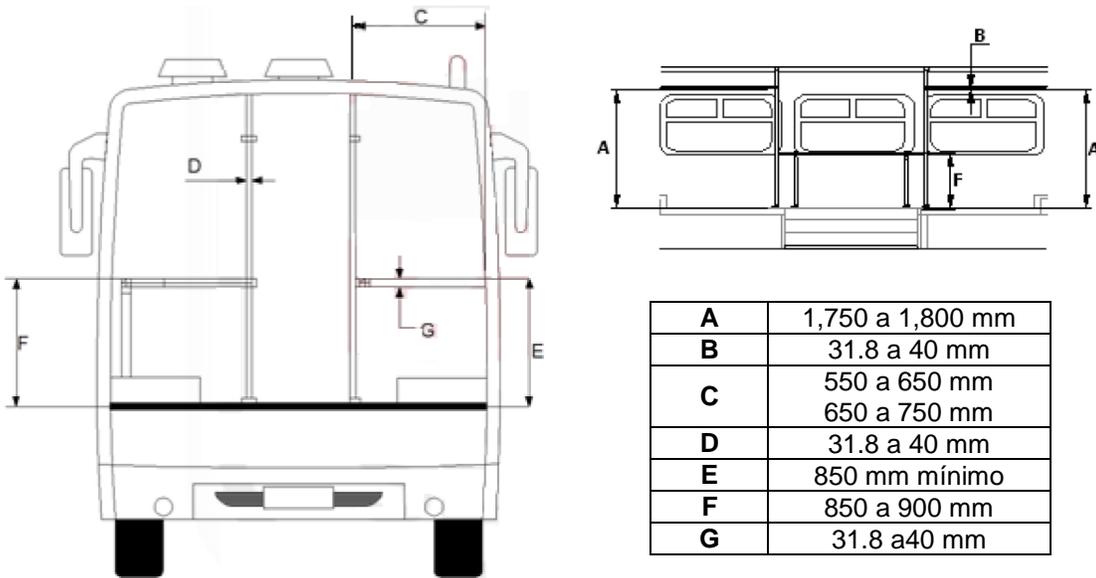
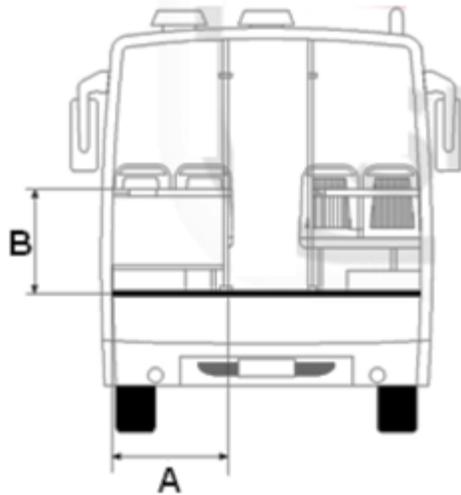


Figura 6. Asideras, barandales y postes.

### 3.7.4 CUBREPIERNAS

El material debe tener la resistencia para evitar romperse o deformarse permanentemente bajo condiciones normales de operación. El cubrepiernas debe carecer de aristas y filos peligrosos. Los medios de fijación o unión no presentarán salientes o proyecciones peligrosas que pongan en riesgo la integridad física de los pasajeros.

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
<b>A</b>	Ancho	700 mm mínimo.
<b>B</b>	Alto	850 a 950 mm
<b>Ubicación</b>	Frente a los asientos ubicados en la zona de ascenso y descenso.	



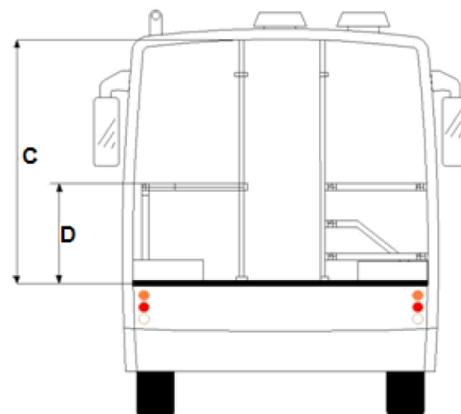
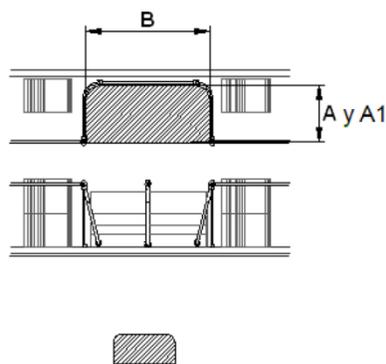
<b>A</b>	700 mm mínimo
<b>B</b>	850 a 950 mm

Figura 7. Cubrepiernas.

### 3.8 VESTÍBULO

Espacio para viajar a pie y se localiza frente a la puerta de descenso.

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	DIMENSIÓN
<b>A</b>	Ancho	650 a 750 mm, se considera el claro libre
<b>B</b>	Largo	1,200 a 1,500 mm, se considera el claro libre
<b>C</b>	Alto	1,900 mm mínimo sin obstrucción
<b>D</b>	Altura de barandales en vestíbulo	850 a 900 mm, medida de piso a borde superior de barandal
<b>UBICACIÓN</b>		Enfrente de la puerta de descenso





<b>A</b>	650 a 750 mm
<b>A1</b>	1,200 mm mínimo
<b>B</b>	1,200 a 1,500 mm
<b>C</b>	1,900 mm mínimo
<b>D</b>	850 a 900 mm

En el vestíbulo se deberá colocar un respaldo acojinado, con cinturón de seguridad, timbre y señalización universal de lugar exclusivo para personas con discapacidad en silla de ruedas, el piso será de color azul pantone 294C, con un ancho (A1) mínimo de 1,200 mm y timbre para éstas personas en el tubo horizontal del vestíbulo.

Se deberá considerar las dimensiones de las sillas de ruedas y antropométricas que se indican en los diagramas siguientes para el dimensionamiento del respaldo.

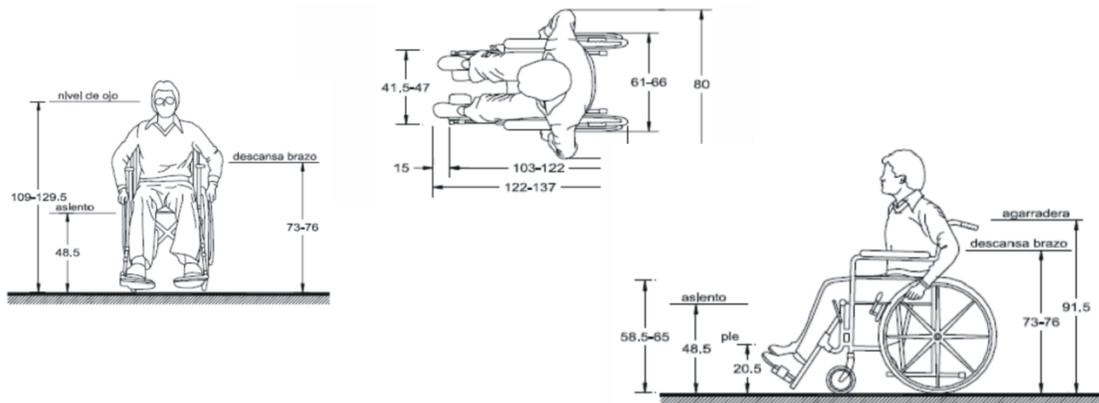


Figura 8. Dimensiones antropométricas de silla de pasajero en silla de ruedas.

### 3.9 TIMBRES

Los trolebuses dispondrán de timbres que permitan identificar al operador el momento en que un pasajero solicita el descenso de la unidad. La señal producida por estos dispositivos debe ser visual y audible, de baja intensidad y perceptible por el operador. La señal audible será intermitente (no de sonido permanente al apretar el botón de manera continua), mientras que la señal visual permanecerá activa hasta que se abra la puerta de descenso.

Para pasajeros con discapacidad visual y auditiva, se colocarán señales visuales y auditivas próximas a la puerta de descenso, ambas deberán ser intermitentes y con potencia de adecuada para ser escuchada por los pasajeros.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Los interruptores tendrán un área de accionamiento equivalente a un círculo de 10 mm de diámetro. Deberán contar con señalamiento y estar colocados en áreas que permitan su fácil localización por los pasajeros.

En caso de estar ubicados en postes, el diseño del interruptor debe permitir que los pasajeros puedan sujetarse sin activarlos de manera accidental.

La ubicación del interruptor de timbre debe proveer, junto con el diseño de las puertas y sus mecanismos, que las zonas donde el brazo y mano del pasajero realizan los movimientos necesarios para accionarlo, no sea invadida por el funcionamiento de los mecanismos de puertas.

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	DIMENSIÓN
<b>A</b>	Altura del interruptor de timbre en postes de puerta de descenso	1,600 a 1,700 mm.
<b>B</b>	Altura de interruptor de timbre en postes de vestíbulo	1,000 mm a 1,200 mm Para niños, personas con discapacidad en silla de ruedas y personas de talla baja
<b>Ubicación</b>	<p>No deberán colocarse interruptores o dispositivos de accionamiento de timbres en el toldo y costados donde se encuentren asientos tipo mancuerna y arriba de la puerta de descenso en la parte central.</p> <p>En postes de vestíbulo, en postes que delimitan la zona de descenso y en barandal de vestíbulo (para personas con silla de ruedas).</p> <p>Uno en el lugar reservado para personas con discapacidad visual.</p>	

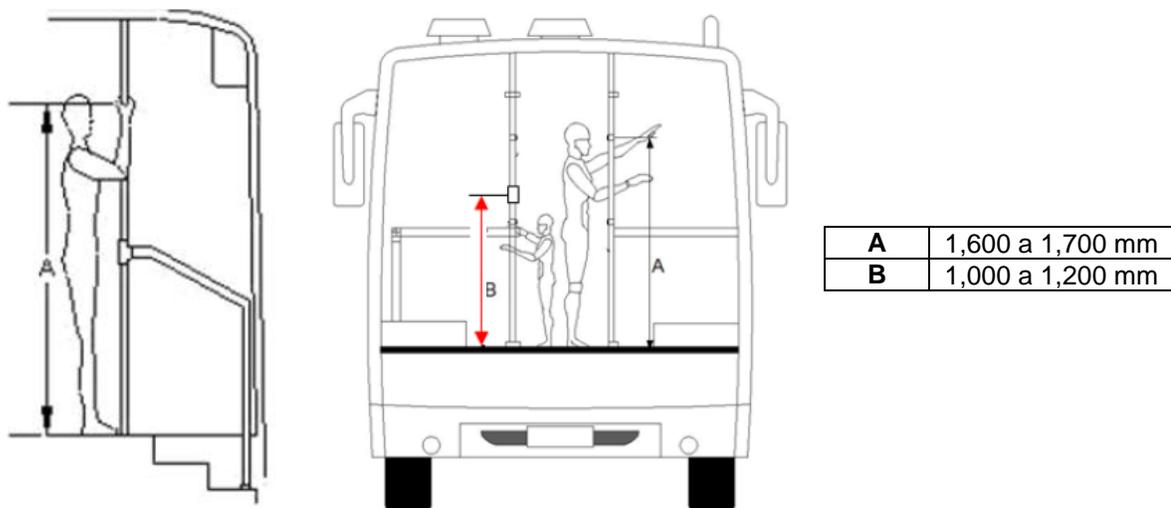


Figura 9. Ubicación de interruptores de timbres.



### 3.10 ASIENTO DE PASAJEROS

El asiento se compone de una estructura metálica y una concha, la concha deberá ser preferentemente de material plástico reforzado con fibra de vidrio de calidad autoextinguible y retardante a la flama, asimismo tendrá ahogados en la fibra de vidrio insertos metálicos mediante los cuales se asegure la fijación a la estructura, la concha deberá ser de una sola pieza sin ensamblados y en sus acabados tendrán superficies redondeadas.

El acabado y diseño de la concha debe impedir que el pasajero sentado se desplace por movimientos bruscos de la unidad, así como permitir un fácil mantenimiento. El color será indicado por el STE.

La estructura estará fabricada en acero ensamblada por soldadura provista de la robustez necesaria que le permitirá soportar la carga del pasajero sentado, la fijación de la concha a la estructura deberá estar libre de esfuerzos, así como el del conjunto con la estructura del trolebús.

El anclaje de los asientos a la estructura del trolebús debe realizarse en cantiléver mediante tornillería de acero y/o acabado electrolítico (anticorrosión) con dimensiones de acuerdo a las normas ISO 8.8, cuerda milimétrica y con cabeza hexagonal. El sistema de sujeción de los asientos en cantiléver, al costado de la estructura interior debe permitir el desplazamiento de los mismos como conjunto hacia adelante o hacia atrás, con el objeto de modificar la distribución de asientos con base en las necesidades de operación.

Los asientos deben resistir deformaciones físicas por calor, humedad, corrosión y radiación solar. Cada asiento que no tenga su respaldo pegado a la pared del habitáculo, debe tener una asidera de asiento utilizable por pasajeros.

“El Licitante” deberá presentar en su Propuesta Técnica la distribución de asientos en el habitáculo, misma que debe facilitar la circulación dentro del trolebús, todos los asientos deben tener su frente orientado hacia la parte delantera de la unidad, se deberá considerar asientos reservados para mujeres, para personas con discapacidad visual y el espacio reservado para personas con silla de ruedas, estos lugares deberán estar identificados con pictogramas y señalados con colores diferentes al resto de los demás lugares, asimismo en la propuesta se deberá incluir el tipo de herrajes a utilizar para la fijación de la silla de ruedas. “El Licitante” también deberá presentar en su Propuesta Técnica el color a utilizar para los asientos considerando la siguiente clasificación:

Tipo de Usuario	Cantidad	Color
Mujeres	20% asientos	Rosa
Personas con discapacidad	20%	Azul pantone 294C
Usuario Normal	60%	A definir por “El STE”, que armonice con el interior.

Los asientos para mujeres deberán ubicarse entre las puertas de ascenso y descenso de pasajeros.



Para personas con discapacidad visual se deberá considerar un asiento por trolebús, éste deberá contar con espacio aislado para perro guía, con dimensiones equivalente al espacio que ocupa un asiento individual (700 X 440 mm), con placa indicando con grabados a la transcripción en braille de la leyenda “asiento reservado”, el número económico de la unidad y el número de emergencias de Locatel, deberá estar ubicado detrás del asiento del operador, con su respectivo timbre.

Las dimensiones de los asientos se basarán en la siguiente tabla:

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
<b>A</b>	Ancho de asiento Individual	440 mm mínimo
<b>B</b>	Ancho del respaldo individual	420 mm mínimo, medido a 850 mm del piso
<b>C</b>	Profundidad de asiento	380 a 450 mm, medido del PRA <sup>(2)</sup> a la punta del asiento
<b>D</b>	Ancho de asiento tipo mancuerna	900 mm mínimo incluyendo separación entre asientos
<b>E</b>	Ancho del respaldo tipo mancuerna	840 mm mínimo
<b>F</b>	Altura de asiento	380 a 470 mm, medido del piso de la unidad a la parte media de la superficie del asiento
<b>G</b>	Altura de respaldo	450 mm mínimo, tomada desde el PRA <sup>(2)</sup>
<b>H</b>	Ángulo de asiento con respecto a la horizontal	4° a 7°
<b>I</b>	Ángulo de respaldo con respecto a la vertical	5° a 20°
<b>J</b>	Altura de asidera de asiento	850 mm mínimo, medida del piso de la unidad al centro de la asidera de asiento
<b>K</b>	Claro libre entre asidera de asiento y respaldo	40 mm mínimo
<b>L</b>	Sección de la asidera de asiento	31.8 a 40 mm de diámetro
<b>M</b>	Largo de la asidera de asiento	200 mm mínimo
<b>N</b>	Distancia entre asientos (individual y mancuerna) colocados uno detrás de otro	700 mm mínimo, medida a 150 mm de altura tomando como referencia el PRA <sup>(2)</sup>
<b>P</b>	Distancia del PRA <sup>(2)</sup> a cualquier obstáculo frente al asiento	680 mm mínimo
<b>Q</b>	Claro horizontal libre para pies	300 mm mínimo, cuando frente a los asientos se encuentre una puerta, medido desde la punta de asiento
<b>R</b>	Claro vertical libre para pies	100 mm mínimo
<b>S</b>	Claro libre vertical del piso al interior del techo	2,150 mm cuando exista plataforma para asiento, sin considerar banca trasera, ni asientos sobre pasallanta Medido del piso de la unidad a cualquier obstáculo, sin considerar asideras



(2) PRA.- Intersección de los planos formados por la superficie del asiento y su respaldo, que vista desde un costado, es el punto a partir del cual se busca todo respecto al asiento.

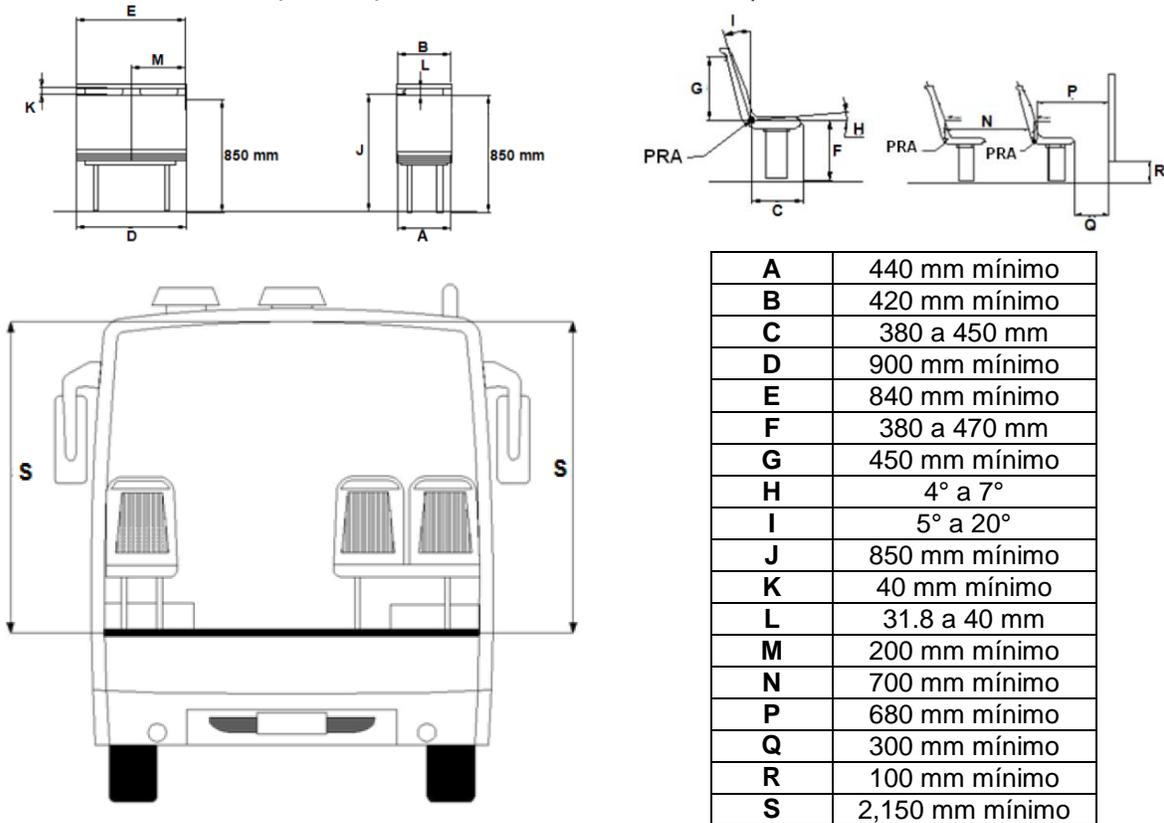
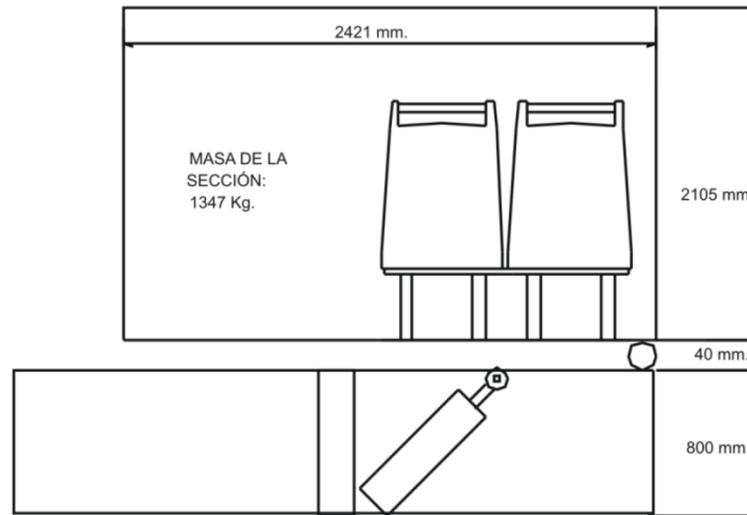


Figura 10. Asiento de pasajeros.

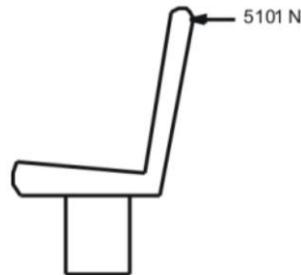
### 3.10.1 PRUEBAS PARA LOS ASIENTOS

El asiento del operador y los de pasajeros deberán ser sometidos a una prueba de ángulo de vuelco para verificar que, en caso de impacto los asientos no invadan el espacio vital del pasajero, evitando con esto accidentes de acuerdo a lo establecido en el Reglamento 66 de la ONU:

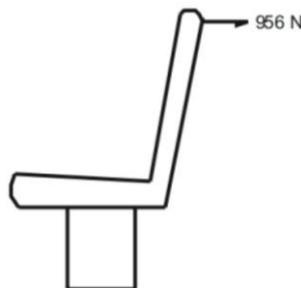


Una sección del asiento individual deberá tener una resistencia y forma de fijación al trolebús que garantice que no se rompa, se desprenda y/o mueva de su lugar mediante las siguientes condiciones:

- Una fuerza horizontal aplicada en la parte posterior del respaldo uniformemente repartida de 5,101 N en dirección del sentido de la marcha del trolebús.

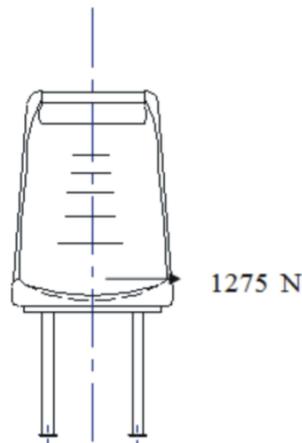


- Una fuerza horizontal aplicada en el respaldo uniformemente repartida de 956 N en sentido contrario a la marcha del trolebús.



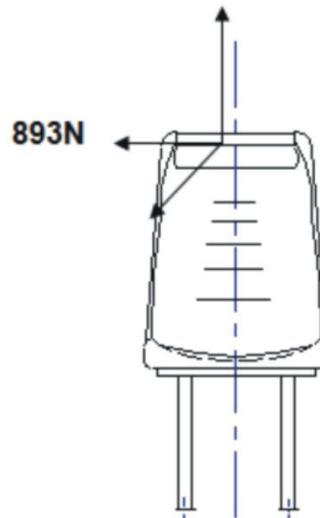
- Una fuerza horizontal, lateral perpendicular al eje longitudinal del trolebús, en dirección al centro del habitáculo aplicada en el PRA igual a 1,275 N.
- 

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Una fuerza horizontal aplicada sobre la asidera de asientos en su parte central de 893 N. En las siguientes direcciones:

- En sentido contrario a la marcha del trolebús.
- En sentido de la marcha del trolebús.
- Hacia el centro del habitáculo.



### 3.11 PASILLOS

El pasillo ubicado entre las puertas de ascenso y descenso en todas las unidades no deberá presentar asientos tipo mancuerna en ambos costados de la unidad, ya que no se cumple con el espacio requerido para la accesibilidad y tránsito de personas con andadera, muletas y silla de ruedas.

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	TROLEBÚS
A	Ancho de pasillo	520 mm mínimo medido a 850 mm de altura del piso
B	Ancho de pasillo	450 mm mínimo medido a la altura del PRA <sup>(2)</sup>



NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	TROLEBÚS
<b>D</b>	Ancho de pasillo entre un asiento individual y una mancuerna	970 mm mínimo medido a 850 mm de altura del piso
<b>E</b>	Ancho de pasillo entre un asiento individual y una mancuerna	900 mm mínimo medido a la altura del PRA <sup>(2)</sup>
Pendiente del pasillo o piso	6° máxima a lo largo del habitáculo 8° máximo si une un pasillo principal con una plataforma	

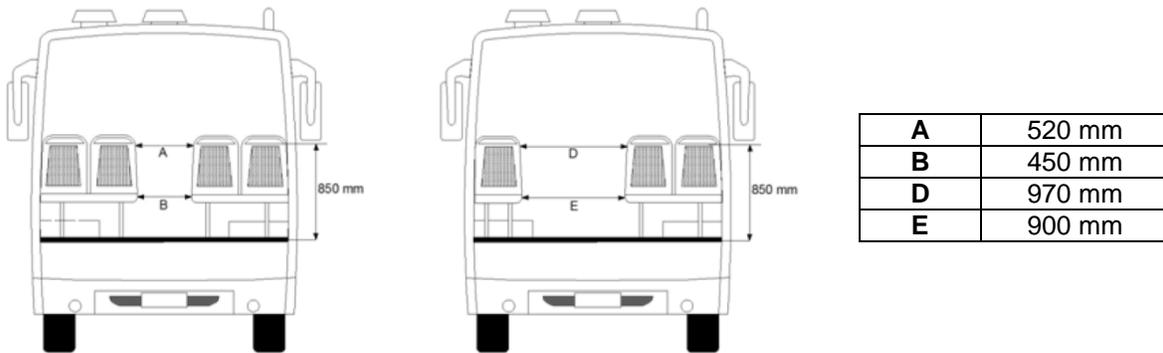


Figura 11. Pasillos

### 3.11.1 PISO

Toda la superficie no deberá tener bordes en sus uniones y libre para el desplazamiento de los pasajeros con excepción de la zona de pasallantas y plataformas para asientos.

En el caso de existir plataforma para asientos, éstas tendrán como máximo un peralte o altura no mayor a 270 mm. La unión del piso con los costados impedirá la penetración de agua y acumulación de desechos. La conformación de la intersección costado-piso, presentará un radio de 50 mm mínimo o chaflán de 60° máximo, por donde subirá el recubrimiento del piso a 100 mm mínimo del costado.

El conjunto del piso deberá incluir sellador, recubrimiento y accesorios impermeables.

El piso estará constituido en toda la superficie por paneles de Plymetal o Nylamid, de material retardante a la flama, libre de cavidades internas, con tratamiento resistente a la humedad, podredumbre y moho en sus dos caras, cantos y barrenos, incluyendo al sellador (recubrimiento y accesorios), con las dimensiones adecuadas para diseño del trolebús.

El recubrimiento del piso debe ser continuo y, en donde sea posible de una sola pieza, en color gris claro, con un espesor de 3 mm como mínimo, siendo de material a base de linóleoum elastomérico liso no deslizante incluso estando mojado, repelente a las manchas y sin decoloración, ensamblado de forma continua, antiderrapante, de fácil limpieza, ignífugo, hidrófugo y permitir su intercambiabilidad en las áreas de mayor tránsito (pasillo, vestíbulo,



entrada, etc.), sin que esto implique desmontar asientos u otros elementos. El color del piso en la zona para la silla de ruedas deberá ser en color azul pantone 294C y para zona ascenso en color amarillo pantone 114C.

El recubrimiento del piso deberá tener una vida promedio de al menos 6 años de uso o 500,000 km. de recorrido del trolebús, lo que ocurra primero.

El linóleoum deberá apegarse a las siguientes normas y contar con las siguientes características como mínimo:

NORMA UTILIZADA	ESPECIFICACIÓN
ASTM D-635	Combustibilidad
ASTM D-2115	Estabilidad térmica
NMX C-114 - 82	Estabilidad dimensional
NMX C-124 - 1983	Resistencia a los solventes
ASTM D-1308	Resistencia a las manchas
DIN 51961	Resistencia a la quemadura de cigarro
ASTM D-3389 Y ASTM D-4060	Resistencia a la abrasión

CARACTERÍSTICAS DEL RECUBRIMIENTO DE PISO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dureza (DIN 53505) <math>85 \pm 3</math> Shore A</li> <li>• Punzonamiento (DIN 51955) <math>&lt; 0.30</math></li> <li>• Resistencia al doblado sobre peldaño (DIN 53509) Radio mínimo 60 mm</li> <li>• Resistencia a la abrasión bajo carga de 0.5 kg (DIN 53516) <math>\leq 160\text{mm}^3</math></li> <li>• Estabilidad dimensional DIN 51962 (6H, <math>80^\circ</math>) <math>\leq 0.2\%</math></li> <li>• Comportamiento al fuego y emisión de humos (NF F 16101) Calificación M2-F2</li> <li>• Resistencia a los agentes químicos S/DIN 51958, 24 horas a <math>23^\circ\text{C}</math></li> <li>• Estabilidad de color S/DIN 53389 <math>&gt;</math> grado 6</li> <li>• Resistencia al deslizamiento S/UNI 9551</li> <li>• Resistencia a los cigarrillos S/DIN 51961</li> </ul>

La unión de las piezas adyacentes es mediante adhesivo poliamida epóxico para conseguir un junta estanca. En todo el contorno del linóleoum, así como en las bases para asientos y demás equipos según diseño, se deberá aplicar una impregnación de BETASEAL 43533 y BETASEAL 57302 como sello entre piso y la estructura.

### 3.11.2 FORROS

La preparación del revestimiento interior del habitáculo deberá ser agradable, armoniosa y funcional. El color del revestimiento interior será definido por el STE.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Los materiales que componen la decoración interior deben ser resistentes al vandalismo (penetración de *grafitis* y al *scrashgrafiti*) y no debe tener relieves que dificulten su limpieza, asimismo, serán materiales resistentes al desgaste, al envejecimiento y al fuego (hojas plásticas estratificadas o laminadas en color a definir por el STE), los cuales deben cumplir la siguiente norma:

NORMA UTILIZADA	ESPECIFICACIÓN
UNE 45545	Calificación M2-F2, Comportamiento al fuego y emisión de humos.

La unión de los posibles paneles que forman los revestimientos a la estructura deben realizarse de forma que no se produzcan grietas ni deformaciones en los mismos.

El decorado se realizará de tal forma que los registros necesarios para conservación y reparación de los elementos que así lo exijan, serán de acceso fácil, sin que sea preciso grandes desmontajes.

La sujeción de los revestimientos no debe permitir vibraciones en condiciones normales de operación.

Para los elementos auxiliares y de vestidura tales como ventanas, asientos, ornamentos, luminarias, ventilación, etc., la unificación debe ser total garantizando su intercambiabilidad.

Los materiales a emplear en el interior serán resistentes a la corrosión, a prueba de fuego, autoextinguibles, no flamables y retardantes a la flama. La clasificación de los materiales indicados en la propuesta, debe ser sometida a aprobación del STE que podrá exigir la realización de las pruebas correspondientes de alguna o el total de los materiales y partidas en un laboratorio certificado. Las características de ignifugación de los materiales deben ser permanentes. En caso de no ser así, se indicará en la propuesta su período de validez.

Respecto al comportamiento de conjunto según eventualidades posibles de suceder en una operación normal, tal como cortocircuitos, fuego en el interior de la unidad producido por actos vandálicos o casuales, quemaduras de cigarrillos, etc., "El Licitante" debe presentar un programa de ensayos reales con objeto de comprobar el comportamiento del sistema.

Dentro de este revestimiento debe quedar comprendida la preparación para que se integren las luminarias al techo, asimismo, tendrá un espacio entre la parte superior de ventanas y el toldo.

El número de tornillos aparentes será mínimo, los que subsistan serán de acero inoxidable con cuerda milimétrica según la norma AISI 304/316, se deberá considerar dotarlos de un acabado adecuado a la decoración interior, que resista las condiciones climatológicas de la Ciudad de México. Estos serán de uso frecuente y del tipo imperdible.

Los accesos a los aparatos tales como mecanismos de puertas, serán construidos y articulados con materiales robustos que garanticen el uso rudo de estos y asegurados con

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



cerradura triangular tipo pestillo con una calcomanía adherible indicando la posición de apertura/cierre.

### 3.12 ÁREA DEL OPERADOR

#### 3.12.1 MAMPARA PROTECTORA DEL OPERADOR

Todas las unidades contarán con un accesorio a modo de cancel el cual se encontrará entre el puesto del operador y el habitáculo. Los materiales serán una combinación de tubo y cristal templado con un espesor mínimo de 6 mm, que permitan al operador la observación de la parte posterior mediante los espejos. Estará sujeta firmemente a la estructura de la unidad y el diseño deberá evitar que los pasajeros invadan el área del operador en condiciones normales y en caso de frenado brusco de la unidad.

Su forma, disposición y materiales permitirán al operador:

- Ver a su espalda con ayuda del espejo retrovisor interior.
- Acceder al puesto de conducción de una manera fácil.
- Permitir ajustar el asiento.
- Limitar el área del operador para no ser invadida (puerta opcional).

Las características generales que debe satisfacer este dispositivo son:

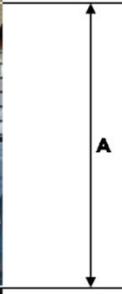
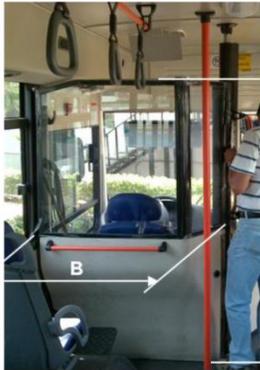
- Estar libre de aristas y su configuración no debe causar lesiones al operador ni a los pasajeros.
- Contar con resistencia mecánica suficiente para evitar que los pasajeros puedan romperla o estorbar al operador.
- Los materiales empleados en su construcción serán ignífugos, resistentes a solventes, con estabilidad dimensional, no generadores de gases tóxicos y humos negros, así como de fácil limpieza. El tono y acabado será conforme al interior general de la unidad.
- En el ensamble y fijación de este elemento se utilizará el mínimo de tornillería, la que subsista será de acero inoxidable, con cuerda milimétrica según la norma AISI 304/316 y quedará oculta en los elementos del ensamble, se deberá considerar dotarlos de un acabado adecuado a la decoración interior, que resista las condiciones climatológicas de la Ciudad de México. Estos serán con cabezas de estampado cruciforme y para los casos de tornillos de uso frecuentes se utilizarán del tipo imperdible.
- Deberá contar con un portapapeles de tamaño oficio y estará ubicado a espaldas del operador, para colocar documentos concernientes a la unidad como ordenes de trabajo o indicaciones específicas, por lo que, operadores como personal de mantenimiento localicen rápidamente los documentos.
- El color y acabados a utilizar serán agradables, armonioso y funcional.

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	DIMENSIÓN
--------------	-------------	-----------

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



<b>A</b>	Altura de piso a borde superior de la mampara	1,550 mm mínimo
<b>B</b>	Ancho desde el costado	850 mm mínimo
<b>C</b>	Separación del volante de dirección	750 mm mínimo, medida de la parte inferior del volante a la mampara



<b>A</b>	1550 mm
<b>B</b>	850 mm
<b>C</b>	750 mm

Figura 12. Mampara protectora del operador.

### 3.12.2 ASIENTO DEL OPERADOR

El asiento tendrá un diseño ergonómico para brindar una operación placentera y evitar al máximo la fatiga o cansancio del operador. De preferencia deberá ser de ajuste mecánico. Contará con un mecanismo de suspensión para el movimiento vertical y con amortiguador para los movimientos horizontales, debe minimizar las vibraciones, así como garantizar el apoyo y permitir la transpiración del operador, con mecanismo de ajuste. Las exigencias mínimas que la posición del asiento debe cumplir son:

- Proporcionar la máxima visibilidad posible en condiciones de tránsito diurno y nocturno.
- Asegurar la fácil interpretación y operación de los instrumentos y equipos de control del trolebús desde la ubicación del mismo.
- Proporcionar adecuadamente condiciones de seguridad y comodidad para el buen desempeño de sus funciones.

Por lo tanto, el asiento estará alineado con respecto a su eje de simetría a una línea imaginaria que pasa por el centro del volante de la dirección y paralela al eje longitudinal del trolebús. El asiento del operador deberá contar con una base, la cual estará firmemente sujeta al piso del área de operación, la sujeción será por medio de un soporte que se encuentre unido a la estructura del trolebús, la sujeción deberá proveer la robustez necesaria que le permita soportar los esfuerzos producidos por el peso del operador (140 Kg mínimo), en condiciones normales de operación y en colisiones. Para la fijación del asiento se deben tomar en cuenta sus ajustes del respaldo y distancia a pedales, evitando que la zona asignada para éste, no limite o impida su adecuado funcionamiento.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



El asiento contará con apoyacabeza integrado o ajustable, con apoyo lumbar ajustable de accionamiento mecánico y con cinturón de seguridad retráctil de tres puntos, el cual estará sujeto a la estructura del trolebús y contará con una alarma acústica y con testigo luminoso en el tablero indicando cuando no esté colocado y la unidad se encuentre en marcha.

Los materiales a emplear serán retardantes a la flama, libre de cavidades internas, con tratamiento resistente a la humedad, podredumbre y moho, las partes metálicas deberán estar recubiertas con algún sistema de pintura (primario cromato de zinc y pintura acorde a los acabados interiores) que evite la corrosión, que cumpla con la norma UNE 45545, Calificación M2-F2, Comportamiento al fuego y emisión de humos.

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
A	Altura del asiento	Ajustable con 450 mm máximo, medido de la base del asiento al PRA <sup>(2)</sup>
B	Ancho de asiento	450 a 500 mm, medido a la mitad del asiento
C	Profundidad de asiento	400 a 500 mm
D	Ancho de respaldo	350 mm mínimo, medido a una altura de 500 mm de la superficie del asiento
E	Punto máximo de excentricidad de apoyo lumbar	220 a 240 mm, medido a partir del PRA <sup>(2)</sup>
F	Altura de respaldo	500 a 600 mm, medido a partir del PRA <sup>(2)</sup>
G	Altura de respaldo con apoyacabezas integrado	800 mm mínimo, medido a partir del PRA <sup>(2)</sup>
H	Ángulo de asiento con respecto a la horizontal	5° a 11°
I	Ángulo de respaldo con respecto a la vertical	5° a 12°
J	Alto de apoyacabezas	150 mm mínimo
K	Largo de apoyacabezas	300 mm mínimo
L	Ajuste de poya cabezas	100 mm mínimo
M	Ajuste vertical de altura de asiento	100 mm mínimo
N	Ajuste horizontal de asiento	120 mm mínimo
O	Distancia del centro de descansabrazo a centro de simetría de asiento (descansabrazo opcional)	260 a 290 mm
P	Altura del descansabrazo a superficie del asiento (descansabrazo opcional)	170 a 260 mm

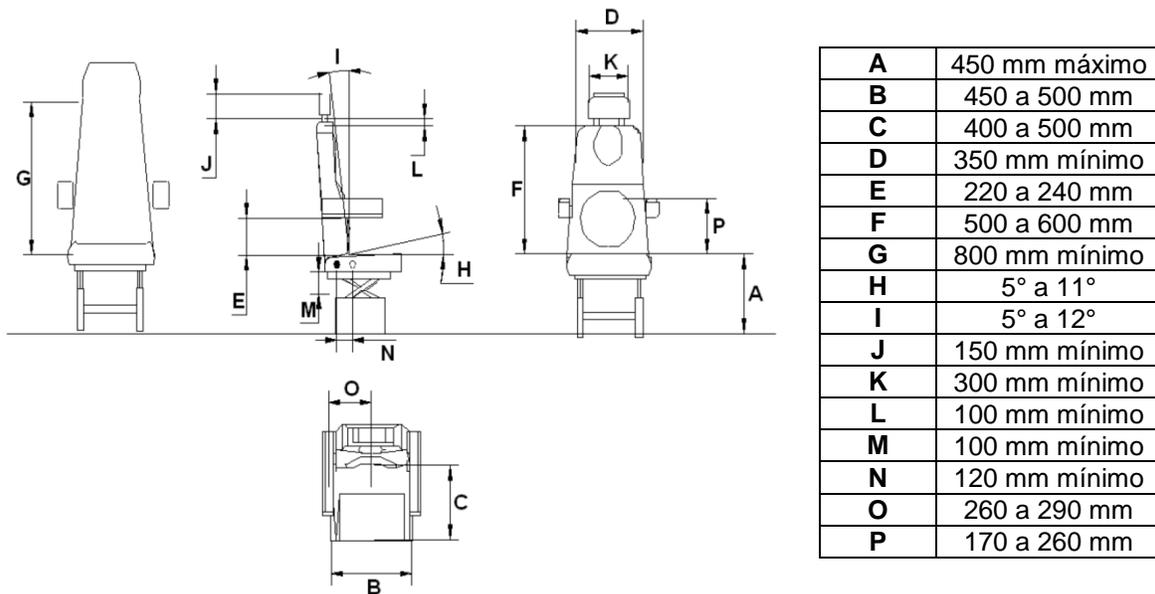


Figura 13. Asiento del operador

### 3.12.3 VISIBILIDAD DEL OPERADOR

Este rubro involucra dimensiones tales como la distancia entre el operador, el parabrisas y zonas ciegas, debiendo cumplir con la recomendación técnica SAE J1050.

#### 3.12.3.1 ÁNGULOS DE VISIBILIDAD

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	DIMENSIÓN
<b>A</b>	Altura P.R.A.	400 mm
<b>B</b>	Altura de los ojos	700 mm medido desde el PRA <sup>(2)</sup>
<b>C</b>	Distancia entre frente del operador a parabrisas	600 mm a 1,200 mm
<b>D</b>	Distancia horizontal de centro de volante a ojos del operador para prueba de ángulos de visión	330 mm
<b>E</b>	Superior	15° mínimo
<b>F</b>	Inferior	20° mínimo
<b>G</b>	Izquierda	25° mínimo
<b>H</b>	Derecha	60° mínimo
<b>Ángulo de visión</b>	Se deberá observar la parte superior de un poste de 1,000 mm de altura colocado en la parte central del frente del trolebús a una distancia de 1,500 mm	

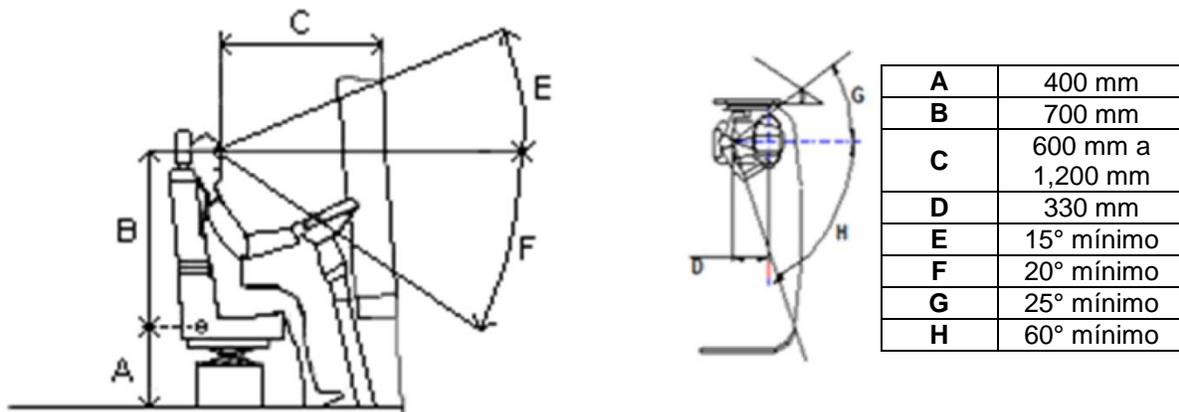


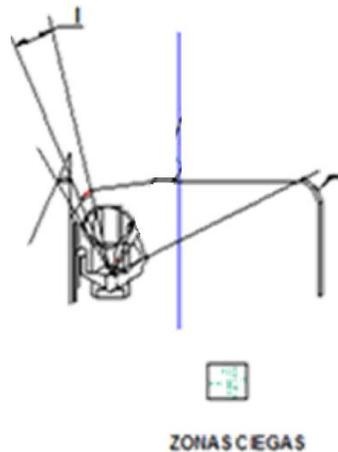
Figura 14. Ángulos de visibilidad.

### 3.12.3.2 ZONAS CIEGAS

Las zonas ciegas corresponden a cualquier elemento que se interponga entre la visibilidad, en este caso horizontal, que pueden ser los postes del parabrisas.

El ángulo que se marca como máximo para zonas ciegas representa el conjunto de suma de zonas ciegas del parabrisas de los ángulos extremos de visibilidad horizontal tanto izquierda (25°) como derecha (60°), ver Figura 15.

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
I	Izquierda	5° máximo



<b>I</b>	5° máximo
----------	-----------

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--

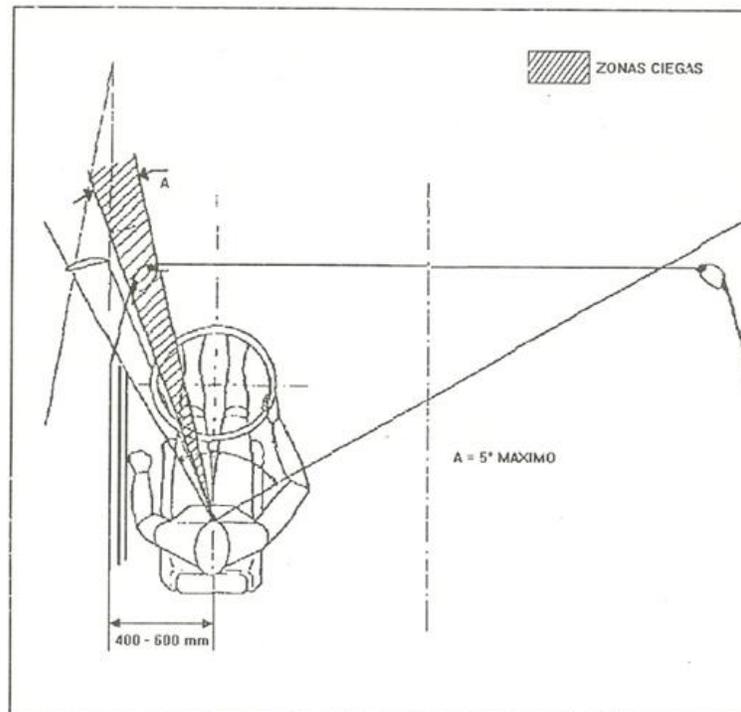


Figura 15. Visibilidad.

### 3.12.3.3 VENTANA DE OPERADOR

Deberá proveer de ventilación al área del operador. El cristal será templado, el mismo que se aplique en las ventanas de pasajeros con un espesor de 4 a 6 mm. Contará con una transmitancia de 50% a 60% (se aceptará cristales entintados únicamente de fábrica), medido conforme al método de prueba del proyecto de norma PROY-NOM-115-SCFI-2001.

El diseño de la ventana será resistente para evitar deformaciones por impactos leves en su funcionamiento, pegada a la estructura con adhesivo estructural, que en su operación esté libre de vibraciones y garantice la estanqueidad hacia el interior del habitáculo.

La ventana de operador deberá contar con una sección deslizable. Es de vital importancia considerar que el seguro de la ventana deslizable garantice que no se accione por si solo durante el recorrido del trolebús.

El cambio de las secciones deslizables (ventilas) deberá realizarse sin necesidad de retirar el conjunto y su mantenimiento deberá ser nulo.

El diseño y modelo de la ventana de operador deben cumplir con pruebas de resistencia aplicadas en trolebuses y comprobadas satisfactoriamente. La ventana estará pegada con adhesivo estructural, con la resistencia suficiente del cristal y su unión a la carrocería para soportar un esfuerzo normal a la superficie del cristal de 274 kg, uniformemente repartidos



en la zona fija (no aplicar en el área de ventilas) del cristal sin romperse o desprenderse de la carrocería.

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
	Espesor	4 a 6 mm
	Transmitancia	50% a 60% (se aceptarán cristales entintados únicamente si vienen de fábrica)
<b>Tipo</b>	Pegado (Sellado con adhesivo estructural)	

### 3.13 ESPEJOS

#### 3.13.1 ESPEJOS RETROVISORES EXTERIORES

Los espejos contarán con un montaje provisto de ajuste eléctrico, de preferencia, sin necesidad de herramientas y un soporte para cada uno de ellos, sin que presenten vibraciones durante la operación del trolebús a efecto de evitar que perturben o dificulten la visibilidad del operador. El control para el ajuste de los espejos estará al alcance del operador.

- El del lado derecho deberá ser de tipo convexo.
- El del lado izquierdo tendrá un espejo plano y convexo, siendo el área convexa de un 30%.

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
<b>A</b>	Altura	2,000 mm mínimo, medido del suelo a su borde inferior
<b>B</b>	Ángulo de retrovisión de espejos izquierdo y derecho	10° mínimo, tomados del costado lateral hacia fuera
<b>C</b>	Dimensiones	250 x 100 mm mínimo
<b>Número</b>	2 mínimo	
<b>Ubicación</b>	Los espejos se dispondrán de tal forma que posibilite la visibilidad mínima antes descrita	

<b>A</b>	2,000 mm mínimo
<b>B</b>	10° mínimo
<b>C</b>	250 X 100 mm mínimo

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--

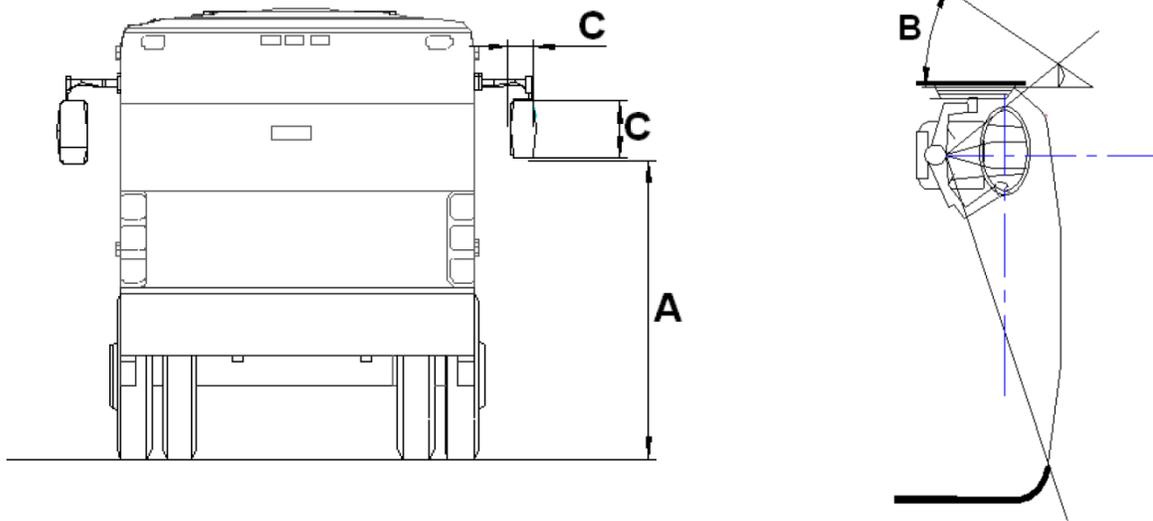


Figura 16. Espejos retrovisores exteriores.

### 3.13.2 ESPEJOS INTERIORES

Los trolebuses dispondrán de espejos retrovisores interiores, con la conformación y ubicación adecuada para posibilitar al operador ver las tres cuartas partes del interior como mínimo y las zonas de descenso, estarán colocados de tal forma que los pasajeros no obstruyan la visibilidad de estos, los muevan accidentalmente y/o se lesionen con ellos, estarán firmemente sujetos a partes estructurales para que no se aflojen o desprendan, así como permitir su ajuste eléctrico, de preferencia, y aislado de manera que no se transmitan las vibraciones de la unidad. El control de los espejos interiores estará al alcance del operador.

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
	Espejo retrovisor central	300 x 150 mm mínimo y de 2 a 3 mm de espesor, de luna plana, deberá permitir al operador observar ambos costados, así como la parte trasera del interior de la unidad.
	Espejo delantero derecho	230 a 250 mm de diámetro y de 2 a 3 mm de espesor, de luna plana, deberá permitir al operador observar el ascenso de usuarios.
	Espejo de puertas traseras	250 a 300 mm de diámetro y de 2 a 3 mm de espesor, de luna plana, deberá permitir al operador observar el descenso de usuarios por las puertas traseras

### 3.14 MANDOS Y CONTROLES

Estos dispositivos posibilitarán el accionamiento cómodo al operador y no deben interferir con la visibilidad tanto al exterior como al interior del trolebús. Véase la Figura 17 como referencia. Todos los interruptores y controles estarán al alcance de la mano del operador según se describe en la Práctica Recomendada por SAE J287.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
A	Diámetro del volante de dirección	450 a 550 mm, teniendo preferentemente una sola barra diametral
B	Inclinación del volante con respecto a la horizontal	15° a 30°
C	Altura del volante	630 a 710 mm, medida del piso del área del operador al borde inferior del volante
D	Distancia asiento al volante	300 a 420 mm, medido del PRA a la parte inferior del volante
E	Largo del pedal de acelerador	De acuerdo a diseño, del fabricante, siempre y cuando cumpla con las especificaciones ergonómicas del operador 280 mm mínimo
F	Ancho del pedal de acelerador	De acuerdo a diseño, siempre y cuando cumpla con las especificaciones ergonómicas del operador
G	Ángulo del pedal de acelerador	5° a 20°, con respecto al eje longitudinal de la columna de dirección
H	Distancia entre pedal de acelerador y columna de dirección	210 a 260 mm, medida del centro de la columna a la parte inferior central del pedal de acelerador
I	Distancia entre pedal de acelerador y asiento	650 mm mínimo, medida horizontalmente de la parte inferior central del pedal al PRA
J	Ancho del pedal de freno	De acuerdo a diseño, siempre y cuando cumpla con las especificaciones ergonómicas del operador 65 mm mínimo
K	Largo del pedal de freno	De acuerdo a diseño, siempre y cuando cumpla con las especificaciones ergonómicas del operador 280 mm mínimo
L	Altura del pedal de freno	De acuerdo a diseño, siempre y cuando cumpla con las especificaciones ergonómicas del operador
M	Ancho del descansapie	De acuerdo a diseño, siempre y cuando cumpla con las especificaciones ergonómicas del operador
N	Largo del descansapie	De acuerdo a diseño, siempre y cuando cumpla con las especificaciones ergonómicas del operador
O	Distancia del pedal de freno a la columna de dirección	100 a 150 mm, medida del centro de la columna de dirección a la parte central del pedal de freno
P	Distancia del pedal del descansapie a la columna de dirección	120 a 180 mm, medida del centro de la columna de dirección a la parte central del descansapie
Q	Distancia del volante de dirección a la mampara del operador	750 mm mínimo, medida horizontalmente de la parte inferior del volante de dirección a la mampara del operador
R	Inclinación del pedal de acelerador	25° a 30°, con respecto a la horizontal



NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
<b>S</b>	Inclinación del pedal de freno	25° a 30°, con respecto a la horizontal.
<b>T</b>	Altura entre volante de dirección y superficie de asiento	240 mm mínimo, medida del borde inferior del volante a la superficie del asiento. El asiento deberá estar colocado a una altura de 450 mm medida del piso del área del operador al PRA.
<b>U</b>	Distancia entre asiento y pedal de freno	750 a 900 mm, medida horizontalmente del centro del pedal al PRA.

Como parte de los mandos y controles, el área del operador debe incorporar un selector de marcha de tres posiciones: adelante, neutro y reversa. Este selector debe contar con un seguro que evite girarlo de una posición a otra con facilidad, sobretodo estando la unidad en movimiento.

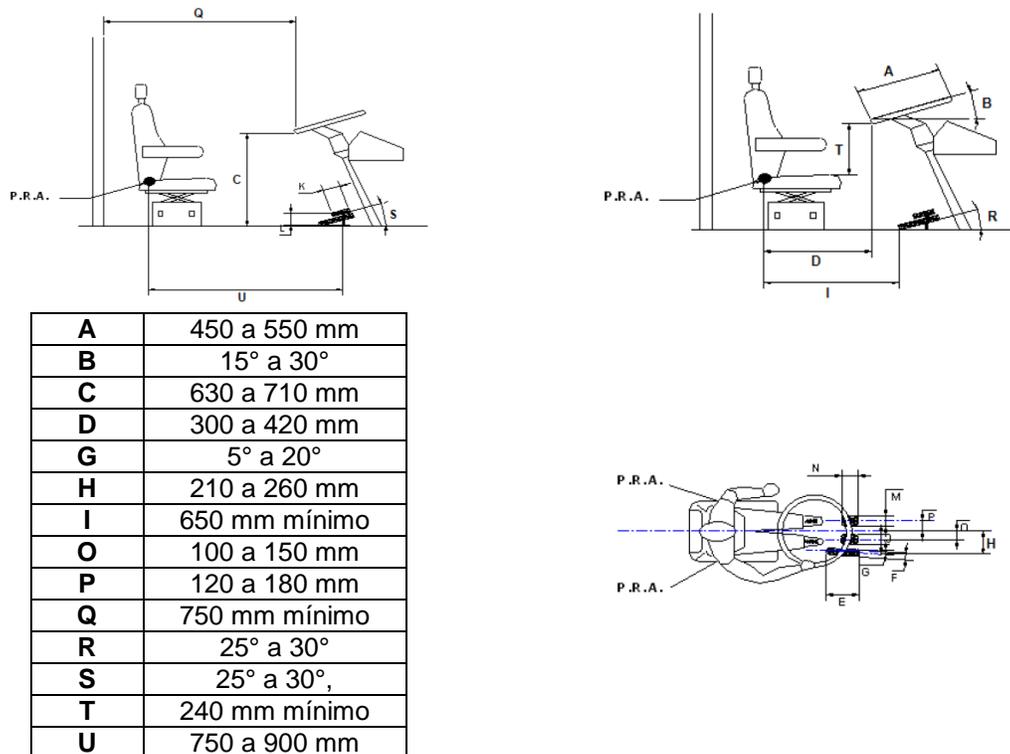


Figura 17. Mandos y controles.

### 3.15 TABLERO DE INSTRUMENTOS y CONTROLES

Los diferentes instrumentos de indicación, medición, controles de mando, aviso sobre las condiciones de operación y control del trolebús, deberán estar localizados al frente del volante de dirección, empotrados en un tablero, que ofrezca una máxima visibilidad al operador.



El material empleado para la construcción del tablero será ignífugo, autoextinguible y/o retardante a la flama, resistente a solventes, con estabilidad dimensional, no generadores de gases tóxicos o de humos negros.

La superficie del tablero no presentará reflejos que dificulten la lectura de los instrumentos, sobre todo de las señales luminosas de protección del sistema motriz, además que su forma, posición, instalación y dimensiones no impidan la visibilidad del operador hacia el exterior de la unidad. Deberá posibilitar su fácil limpieza y evitar en su diseño que existan resquicios o lugares donde se acumule basura y polvo, así como el espacio suficiente y adecuado para que el operador pueda mover sus piernas y accionar los pedales sin obstrucción o restricción.

El diseño del tablero será hermético, para que proteja a los diferentes equipos que lo integran previniendo problemas por filtración de agua, polvo y plagas.

En el diseño del tablero se considerará la utilización de tolvas, tapas o puertas de registro para su mantenimiento, con una distribución ergonómica que permita al operador el accionamiento de controles sin afectar la visibilidad, accesibilidad y confort. Dichas tolvas y registros (tapas) cerrarán herméticamente, para evitar que cables o instrumentos interfieran con el movimiento de los pies del operador. Asimismo, contarán con el soporte adecuado para colocar la conexión (interface) de la computadora de taller (herramienta de diagnóstico) del equipo de tracción.

El tablero contará con un interruptor general corta corriente, de manera que ningún componente de tablero, ya sea testigo, interruptor, instrumento, pantalla, computadora de viaje o telemática, funcione o consuma energía de las baterías, a excepción de los dispositivos de apertura de puerta delantera, tanto el que se ubica en el tablero como el del exterior de la unidad.

En los casos que se empleen tableros adicionales laterales para las teclas de apertura y cierre de puertas, estos deberán estar alineados con el costado y a la misma distancia de acuerdo al diseño.

Se deberán incluir los sensores y/o indicadores que se requieran dependiendo de los equipos a instalar en el trolebús. Todos los circuitos eléctricos deberán estar protegidos con interruptores termomagnéticos.

### 3.15.1 INDICADORES

Los indicadores cuantitativos mínimos que debe tener el tablero son los siguientes:

- Velocímetro (km/h). Véase como referencia la práctica recomendada por SAE J678.
- Odómetro (km).
- Voltímetro de baja tensión (batería de arranque).
- Amperímetro para medir la corriente del motor de tracción.
- Manómetro de presión de aire para el sistema de frenado.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



- Manómetro de presión de aire en el sistema neumático de equilibrio.
- Voltímetro de respaldo (batería de respaldo).
- Carga de baterías.
- Tacómetro.
- Selector de marcha (luminoso).
- Medidor de presión en la dirección.

En la construcción se utilizará tecnología analógica incluyendo código de colores (verde para condiciones de operación normal y rojo para condiciones de mal funcionamiento, azul para luz alta, etc.) y que permita el fácil intercambio de piezas en labores de inspección y mantenimiento.

Los indicadores luminosos y sonoros mínimos con que deberá contar el tablero son:

- Falla del equilibrio del sistema batería-convertidor estático (rojo), visual y sonoro.
- Sobrecorriente (rojo) continuo.
- Baja tensión de línea (rojo) continuo.
- Carrocería energizada (rojo intermitente y sonoro).
- Puertas abiertas (rojo) visual y sonoro.
- Accionamiento de timbre para descenso (rojo) visual y sonoro.
- Cinturón de operador (rojo) visual y sonoro.
- Falla de freno o baja presión de aire (rojo), visual y sonoro.
- Freno de estacionamiento (rojo).
- Luz alta (azul).
- Intermitentes (verde).
- Direccionales (verde).
- Marcha con batería de respaldo (verde) intermitente.

<b>BLOQUE SE SEÑALIZACIÓN</b>			
FALLA DE CONVERTIDOR	BAJA PRESIÓN DE AIRE SONORO	FALLA DE INFORMATICA	NIVEL BAJO DE BATERIA DE 24 VCD
SOBRECORRIENTE	BAJA PRESIÓN DE AIRE EN SUSPENSIÓN	LUZ DE CONTRAFLUJO	% DE CARGA DE BATERIAS DE RESPALDO
FALLA DE AISLAMIENTO	FRENO DE ESTACIONAMINETO ACTIVADO	TORRETA	PUERTAS ABIERTAS
BAJO VOLTAJE	LIMITE DE VELOCIDAD	CARROCERIA ENERGIZADA	SOLICITUD DE DESCENSO
TROLE ABAJO	RAMPA ACCESO ACTIVADA	LIBERACIÓN DE PUERTAS MANUAL ACTIVADO	ARRANQUE
CARGA DE BATERIA Y AUTONOMIA	DESCENSO DE PASAJE	DEFROSTER ACTIVO O INACTIVO	INTERRUPTOR DE ALIMENTACIÓN

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Se deberá considerar el uso de diodos emisores de luz (led's) y zumbadores electrónicos. Adicionalmente, se deberá contar con un indicador de carrocería energizada, cuya función se describe en el punto 7.3.1 "Alta Tensión (Doble Aislamiento)".

### 3.15.2 INTERRUPTORES Y/O VÁLVULAS

No se permite el uso de un interruptor general a base de llave para el encendido, preparación y control de la unidad, supliéndolo por un control de perilla tipo "jalón" en combinación con botones pulsadores. Se deberá considerar manejar algún interruptor de uso rudo, confiable y de fácil mantenimiento mismo que el "El Licitante" deberá incluir en su Propuesta Técnica.

Los controles mínimos que debe contener este tablero son:

NOMENCLATURA	ESPECIFICACIÓN
Arranque general de la unidad.	A definir entre "El Licitante" adjudicado y personal del STE.
Paro general de la unidad.	A definir entre "El Licitante" adjudicado y personal del STE.
Selector de marcha adelante/neutro/reversa	Tipo trinquete.
Cambio de luces altas y bajas	Deberá ser accionado a través de la palanca de direccionales.
Luces direccionales	Será de tipo palanca, el cual se encontrará del lado izquierdo del volante al alcance de las manos, después de efectuada la maniobra el interruptor volverá a su posición de apagado, debiendo contar con un testigo luminoso
Luces intermitentes	Serán de tipo pulsador, se encontrará cerca del volante o columna de dirección o en el tablero en un lugar visible, contará con testigo luminoso ya sea en el tablero o en el mismo interruptor
Luces interiores circuito 1	Interruptor tipo pulsador o palanca preferentemente con testigo luminoso
Luces interiores circuito 2	Interruptor tipo pulsador o palanca preferentemente con testigo luminoso
Luz de área de operador	Interruptor tipo pulsador o palanca preferentemente con testigo luminoso
Luces cenitales	Interruptor tipo pulsador o palanca preferentemente con testigo luminoso
Luces exteriores	Interruptor tipo pulsador o palanca con testigo luminoso, incluyendo cuartos, gálibos identificación y el letrero de ruta
Claxon	Interruptor tipo pulsador, ubicado en la masa del volante.
Sirena de aproximación	Preferentemente de dos tonos, uno de campanilla para ciclistas y otro para peatones
Limpiaparabrisas	Interruptor tipo pulsador con testigo luminoso, ubicado cerca del volante de dirección al alcance de las manos



NOMENCLATURA	ESPECIFICACIÓN
Lavaparabrisas	Interruptor pulsador normalmente abierto localizado cerca de las manos del operador, localizado en el tablero de interruptores.
Desempañador de parabrisas	Interruptor de palanca, localizado en el tablero de interruptores.
Apertura y cierre de puertas	El accionamiento deberá ser con electroválvulas e interruptores tipo tecla o tipo pulsador con señal auditiva, durante la apertura y cierre de puertas
Encendido de torretas	Interruptor de palanca, localizado en el tablero de interruptores.
Selector de batería de respaldo	Interruptor de palanca, localizado en el tablero de interruptores.
Accionamiento neumático de pértigas	Botón pulsador, localizado en el tablero de interruptores.
Ventiladores de pasajeros (habitáculo)	Interruptor de palanca, localizado en el tablero de interruptores.
Ventilador de operador	Interruptor de palanca, localizado en el tablero de interruptores.

Los interruptores a utilizar serán de uso rudo, de gran fiabilidad y los indicadores luminosos a base de led's de gran duración.

### 3.16 PARABRISAS

El parabrisas será tipo panorámico de una pieza, debe montarse por el exterior del trolebús y mantenerse en su lugar sujeto al hueco de la máscara delantera, pegado con adhesivo estructural garantizando su fijación, alineación y estanqueidad permanente.

Deberá permitir la visibilidad al operador durante la conducción del trolebús, debe ser del tipo seguridad libre de cualquier distorsión, de cristal inastillable y transparente claro con una transmitancia del 80% como mínimo, en un espesor de 4 a 6 mm nominal, con el objeto de que se minimicen tanto el encandilamiento como los reflejos internos, el parabrisas deberá contar preferentemente con una curvatura ya sea a todo su largo o a lo ancho.

En la parte superior del parabrisas, deberá existir una franja sombreada que reduzca el paso de los rayos solares, con una transmitancia del 6% de acuerdo al proyecto de norma PROY-NOM-115-SCFI-2001. Esta franja no invadirá la zona de visibilidad superior del operador comprendida entre la horizontal y 8º hacia arriba.

#### 3.16.1 PARASOLES

La función principal de los parasoles es impedir que los rayos solares lleguen directamente al rostro del operador.

El trolebús deberá contar al menos con dos parasoles, uno instalado en la parte superior del parabrisas y otro en la parte superior de la ventana del operador, estos dispositivos proporcionarán un fácil manejo y estarán al alcance del operador.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Los parasoles serán tipo enrollables, extendiéndose hacia abajo de forma manual y ajustándose hasta la altura deseada por el operador, tendrá una cortina de tela plástica tipo trama cerrada extrafuerte retardante a la flama de color azul oscuro acabado mate y será deslizable.

El parasol contará con un mecanismo que permita realizar la regresión de la cortina de forma fácil y rápida.

### 3.16.2 LAVAPARABRISAS

Deberá suministrar por aspersion el líquido limpiador en el área que barran las plumas de los limpiaparabrisas, así como mojar esta zona en forma directa, completa y uniforme teniendo uno o dos depósito de agua de una capacidad total mínima de 3 litros, fabricado con material resistente a la oxidación, corrosión y retardante a la flama.

### 3.16.3 LIMPIAPARABRISAS

Deberá barrer el 90% de la superficie del área delimitada de acuerdo con los ángulos de visión y especificaciones. Sus motores y mecanismos serán fácilmente accesibles para su reparación y servicio. Los componentes del limpiaparabrisas se ajustarán al proyecto de norma PROY-NOM-068-SCT-2-2012.

Los mecanismos serán accionados con motores eléctricos, diseñados para uso rudo, de larga duración, de fabricación reforzada en brazos y plumas y de mínimo mantenimiento.

Adicionalmente, contará con un control para dos velocidades cada uno de los limpiadores (alta y baja) y una intermitente, los cuales al dejar de funcionar regresarán a una posición que no interfiera con la visibilidad del operador, cada motor contará con protección termomagnética en su circuito eléctrico.

Delimitación del área que deben barrer los limpiaparabrisas con base a una pirámide definida por los ángulos horizontales y verticales de visión mínimos para el barrido de estos según SAE – J198. El 90% del área que queda delimitada por la intersección de la pirámide con el parabrisas, deberá ser barrida.

<b>A</b>	18° mínimo
<b>B</b>	65° mínimo
<b>C</b>	7.5° mínimo
<b>D</b>	22° mínimo

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--

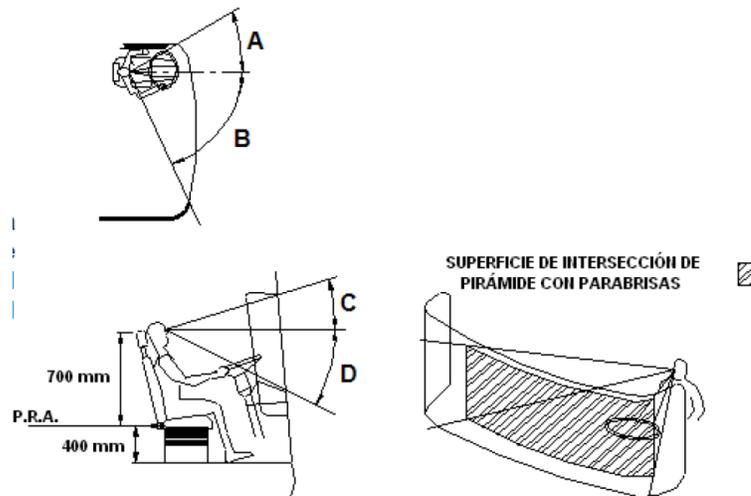


Figura 18. Limpiaparabrisas.

### 3.16.4 SISTEMA DESEMPAÑANTE DE PARABRISAS (DEFROSTER)

Todos los trolebuses contarán con un dispositivo desempañante de dos velocidades como mínimo, con el propósito de eliminar la formación de vapores de agua sobre el parabrisas por medio de la expulsión de aire. El sistema deberá ser independiente de la ventilación del operador con el fin de evitar insuficiencias o capacidades deficientes, por lo que el desempañador deberá contar con la capacidad necesaria en su flujo de aire para que en un máximo de 1 minuto elimine el empañamiento de los parabrisas. El área de acción sobre el parabrisas deberá ser la misma que cubran los limpiadores (90% como mínimo del área de visibilidad del operador).

### 3.17 VENTILADOR OPERADOR

Para brindar confort al operador de la unidad, se debe colocar un accesorio eléctrico de dos velocidades (alta-baja) que proporcione un flujo de aire dirigido hacia el puesto del operador. Este elemento debe formar parte del revestimiento interior de la cabina del operador. El control de mando de este accesorio debe estar al alcance del operador en el tablero de instrumentos y controles.

El grupo de ventilación consistirá básicamente de:

- Un motor.
- Una hélice de material plástico, calidad autoextinguible.
- Una estructura soporte.
- Difusor.
- Un conjunto de mecanismos de sujeción y abatimiento.

La renovación del aire en el área del operador se efectuará por medio un grupo de ventilación instalado en el techo y su mando de operación o paro, será dado en forma

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



manual por un interruptor de accionamiento manual que indicará la situación de apagado/encendido, desde el puesto del operador, el funcionamiento de este circuito será independiente al funcionamiento del circuito de ventilación del habitáculo.

El motor del ventilador se alimentará a partir de la tensión alterna de 127 VCA/60 Hz, sus rodamientos deberán seleccionarse adecuadamente en función a la posición en la que operan, éstos deberán ser aptos para uso de transporte de pasajeros.

Este ventilador tomará el aire del exterior a través un ducto individual provisto de filtro, localizado adecuadamente en el techo y lo inyectará al interior por medio de un difusor cuyo acabado armonizará con el interior del espacio del operador, dicho difusor deberá asegurar que el flujo de aire sea impulsado en una forma uniforme hacia la zona ocupada por el operador.

La ventilación será capaz de mover cuando mínimo 2,000 m<sup>3</sup>/hr, y contará con una protección termomagnética. El peso del grupo de ventilación no deberá ser mayor a 15 kg.

## 4. ILUMINACIÓN

### 4.1 ILUMINACIÓN INTERIOR

La iluminación para el habitáculo y área del operador del trolebús, deberá ser generada mediante luminarias, éstas deberán contar al menos con las siguientes características:

- La iluminación deberá ser producida a base de tecnología led´s color blanco frío.
- La luminaria deberá estar integrada por un difusor (lexan) de color blanco o translúcido sin ningún filtro de color diferente a lo indicado, este servirá como protección para la fuente de luz y permitirá una accesibilidad inmediata para el reemplazo rápido de la unidad. Este difusor deberá ser fabricado de policarbonato, debiéndose pegar a la norma UL-94, queda estrictamente prohibido la utilización de algún tipo de cristal.
- La luminaria deberá contar con un gabinete metálico, con acabado dieléctrico y que prevenga daño por oxidación o corrosión, dicho gabinete proporcionará la sujeción adecuada para evitar actos de rapiña y la rigidez mecánica para resistir actos de vandalismo.
- Los gabinetes y difusores serán articulados con bisagras continuas de tipo piano y asegurados con tornillos tipo imperdibles de acero inoxidable.
- Que cumpla con la norma EN-13272.

La medición de la intensidad luminosa se hará con fotómetro sobre un plano horizontal localizado a 1 m del piso del pasillo de color gris (neutro). El material de los difusores debe ser acrílico o policarbonato, plástico o similar con características ignífugas, retardantes a la flama y que no derrame gotas de material quemado sobre asientos y pasillos, no debe generar gases tóxicos ni humo negro ni denso. Los gabinetes incluyendo el difusor, deben

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



ser de fácil instalación y desmontaje para inspecciones, limpieza y mantenimiento, así como de gran resistencia para soportar los esfuerzos de los pasajeros por desprenderlos y de las actividades de mantenimiento.

#### 4.1.1 ILUMINACIÓN DE OPERADOR

El área del operador deberá ser iluminado a través de una o más luminarias a base de led's, estas deberán ser instaladas en la parte superior del área del operador, de tal forma que ilumine completamente el área de conducción.

La luminaria deberá producir una intensidad del flujo luminoso de 60 a 80 luxes, medido en cualquier punto del área del operador a 1 m de altura a partir del piso.

Su colocación debe ser tal que el flujo luminoso no origine reflejos indeseables y no incida directamente sobre la cara del operador y usuarios.

El control de esta luminaria será mediante un interruptor independiente de las otras luminarias.

#### 4.1.2 ILUMINACIÓN DEL HABITÁCULO

El área del habitáculo deberá estar iluminado a través de luminarias y deberán colocarse a lo largo de la unidad, a ambos lados del habitáculo en forma alternada, es decir una izquierda y una derecha, no deberán colocarse al centro de la unidad.

Las luminarias deberán producir una intensidad del flujo luminoso de 80 a 100 luxes, medido en cualquier punto del pasillo a 1 m de altura a partir del piso.

La colocación de las luminarias deberán estar orientadas hacia el piso de la unidad, por ningún motivo los rayos luminosos deberán incidir directamente sobre la cara de los pasajeros (ver Figura 19), asimismo, se deberá tener especial cuidado para evitar que los rayos luminosos producidos por las luminarias, incidan en el área del operador produciendo reflejos que dificulten la operación del trolebús.

La iluminación del habitáculo estará formada por dos circuitos independientes (circuito 1 luminarias pares y circuito 2 luminarias impares), considerando la numeración mostrada en la Figura 19, estos deberán ser activados por dos interruptores de tecla de un solo paso, con señalización luminosa en el mismo no permitiendo la disminución de la intensidad del flujo luminoso.

En los casos en que los cables, tanto de alimentación como de salida, tengan que pasar por orificios metálicos, éstos se deben proteger con arillos de goma para evitar cortos circuitos. Para el desarrollo e integración del sistema de iluminación interior, se deberá comprobar la funcionalidad cuidando que las partes de repuesto tales como fuente de luz (led's), difusores y acrílicos sean de fácil adquisición en el mercado nacional.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--

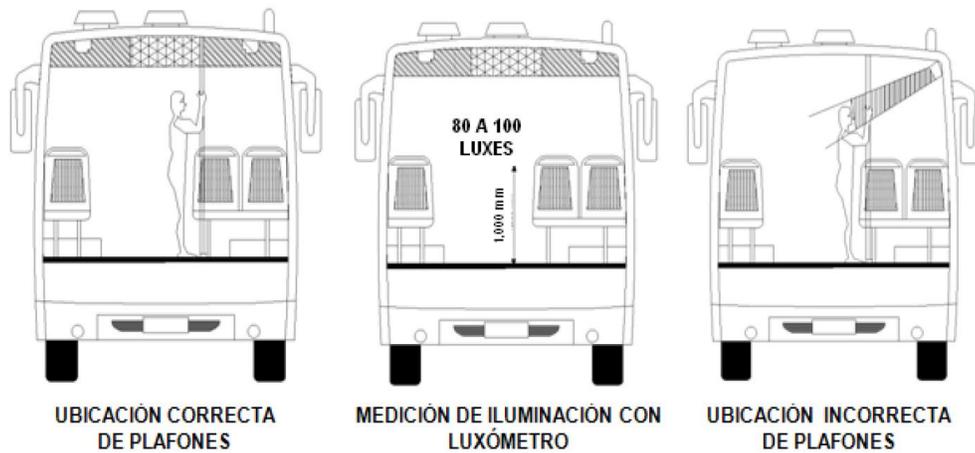


### 4.1.3 ILUMINACIÓN DE ACCESOS.

Esta iluminación deberá ser a base de led's, que no produzca reflejos o deslumbramientos hacia el operador y usuarios que ingresen al trolebús, se deberá considerar iluminación en accesos y en la parte superior (luz cenital). Su disposición deberá ser tal que ilumine completamente el área de ascenso y descenso de pasajeros.

Las luminarias deberán tener una colocación de tal forma que su flujo luminoso no pueda ser interrumpido por los pasajeros, puertas o cualquier otro obstáculo, ni estar al alcance de los pasajeros.

El control de estas luces deberá ser desde el tablero y accionadas automáticamente al abrir las puertas.



### CIRCUITOS DE LUZ INTERIOR

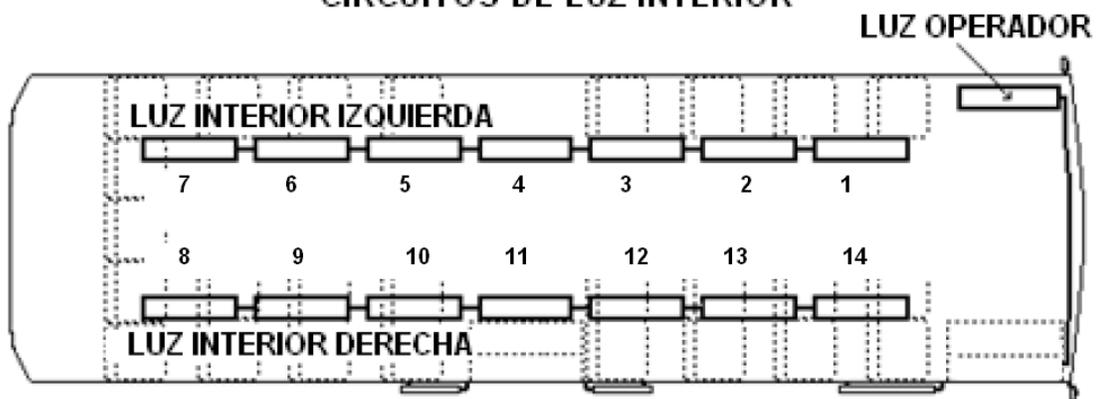


Figura 19. Iluminación interior.

### 4.2 ILUMINACIÓN EXTERIOR

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Toda la iluminación exterior deberá ser a base de led's a excepción de luces de faros altas y bajas, a menos que cumplan con los niveles requeridos para tal fin.

Las especificaciones de los elementos de la iluminación exterior y los accesorios que se empleen en el trolebús deben sujetarse a los "Lineamientos de SEMOVI" emitidos por la Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México y que se mencionan en la siguiente tabla:

No.	Tipo	Luz (color)	Ubicación	Cant. Mín.	Observaciones
1	Faros de luz alta y baja	Blanca	Colocados simétricamente en el frente y a los extremos del trolebús a una altura del suelo de 500 a 1,400 mm	4	Medido a la parte baja del faro, deben estar provistos de dispositivos de nivelación y alineación
2	Direccionales delanteras	Ámbar	Una en cada extremo de la parte frontal, a una altura máxima del suelo de 1,600 mm	2	Medida del suelo a la parte baja del faro, dos envoltentes
3	Direccionales posteriores	Ámbar	Una en cada extremo de la parte posterior, a una altura máxima del suelo de 1,600 mm	2	Medida del suelo a la parte baja del faro, dos envoltentes o colocadas al frente y en sus extremos apoyados por dos que puedan ser vistas en la parte delantera de los costados. El color del plafón o difusor puede ser color blanco siempre y cuando la luz emitida sea ámbar
4	Luces de freno	Roja	Una en cada extremo de la parte posterior, a una altura máxima del suelo de 1,600 mm	2	Medida del suelo a la parte baja del faro. Visible bajo luz solar normal a 90 mm. se deben accionar al pisar el pedal de freno. El color del plafón o difusor puede ser de color blanco siempre y cuando la luz emitida sea roja
5	Advertencia o intermitentes delanteras	Ámbar	Una a cada extremo de la parte delantera, a una altura máxima de 1,600 mm	2	Medida del suelo a la parte baja del faro. Pueden estar incluidas en las intermitentes, luces direccionales o cuartos. El color del plafón o difusor puede ser de color blanco siempre y cuando la luz emitida sea ámbar
6	Advertencia o intermitentes traseras	Ámbar	Una a cada extremo de la parte posterior, a una altura máxima de 1,600 mm	2	Medida del suelo a la parte baja del faro. Pueden estar incluidas en las intermitentes, luces

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



No.	Tipo	Luz (color)	Ubicación	Cant. Mín.	Observaciones
					direccionales o cuartos. El color del plafón o difusor puede ser de color blanco siempre y cuando la luz emitida sea ámbar
7	Luces de reversa	Blanca	Una a cada extremo de la parte posterior a una altura máxima del suelo de 1,600 mm	2	Medida del suelo a la parte baja del faro. Su accionamiento debe ser automático con el selector de marcha hacia atrás con dispositivo auditivo
8	Identificación delanteras o luces de navegación delanteras	Ámbar	Al centro del extremo superior en la parte frontal	3	El color del plafón o difusor puede ser de color blanco siempre y cuando la luz emitida sea ámbar
9	Identificación posterior o luces de navegación traseras	Roja	Al centro del extremo superior en la parte posterior	3	El color del plafón o difusor puede ser de color blanco siempre y cuando la luz emitida sea roja
10	Gálibos delanteros	Ámbar	Uno en cada extremo de la parte superior delantera, delimitando el alto y el ancho del trolebús en su parte frontal	2	Si la disposición y forma de los plafones emite luz tanto hacia la parte lateral como al frente, las luces demarcadoras del gálibo se pueden incluir en éstas. El color del plafón o difusor puede ser de color blanco siempre y cuando la luz emitida sea ámbar
11	Gálibos posteriores	Roja	Uno en cada extremo de la parte superior posterior, delimitando el alto y el ancho del trolebús en su parte posterior	2	Si la disposición y forma de los plafones emite luz tanto hacia la parte lateral como al frente, las luces demarcadoras del gálibo se pueden incluir en éstas. El color del plafón o difusor puede ser de color blanco siempre y cuando la luz emitida sea roja
12	Cuartos delanteros	Roja	Uno en cada extremo de la parte frontal, a una altura de 500 a 1,400 mm	2	Medida del suelo a la parte baja del faro. Los cuartos pueden incluir las luces direccionales, de advertencia y de freno. El color del plafón o difusor puede ser de color blanco siempre y cuando la luz emitida sea roja

Rev.2 10.01.19

Rev. 3 21.01.19

Rev. 4 07.02.19



No.	Tipo	Luz (color)	Ubicación	Cant. Mín.	Observaciones
13	Cuartos posteriores	Ámbar	Uno en cada extremo de la parte posterior, a una altura de 500 a 1,400 mm	2	Medida del suelo a la parte baja del faro. Los cuartos pueden incluir las luces direccionales y de advertencia. El color del plafón o difusor puede ser de color blanco siempre y cuando la luz emitida sea ámbar
14	Intermitentes o direccionales laterales delanteras	Ámbar	Una como mínimo en cada costado colocada los extremos de las vueltas de la salpicadera de la rueda delantera	2	El color del plafón o difusor puede ser de color blanco siempre y cuando la luz emitida sea ámbar
15	Intermitentes o direccionales laterales posteriores	Roja	Una como mínimo en cada costado colocada arriba de la salpicadera de las ruedas traseras	2	El color del plafón o difusor puede ser de color blanco siempre y cuando la luz emitida sea roja
16	Gálibos demarcadores delanteros	Ámbar	Uno en cada extremo superior en la parte delantera de los costados	2	El color del plafón o difusor puede ser de color blanco siempre y cuando la luz emitida sea ámbar
17	Gálibos demarcadores posteriores	Roja	Uno en cada extremo superior en la parte posterior de los costados	2	El color del plafón o difusor puede ser de color blanco siempre y cuando la luz emitida sea roja
18	Luces demarcadoras	Ámbar o roja o mixta	En la parte superior central de los costados	2	El color del plafón o difusor puede ser de color blanco siempre y cuando la luz emitida sea ámbar o roja
19	Luces de placa (número económico)	Blanca	De tal forma que ilumine la placa	1	Que permita la identificación de la placa a 20 m
20	Luz central de freno	Roja	Al centro de la parte posterior, a una altura mínima de 1,000 mm	1	Con circuito eléctrico independiente a la luz de freno. No presentará una saliente sobre la concha trasera del trolebús. El color del plafón o difusor puede ser de color blanco siempre y cuando la luz emitida sea roja
21	Reflejantes delanteros	Ámbar o blanca	Uno en cada extremo de la parte frontal, a una altura de 450 a 1,500 mm	2	Los reflejantes pueden estar incluidos en los plafones de los cuartos o direccionales. El color del plafón o difusor puede ser de color blanco siempre y cuando la luz emitida sea ámbar. Colocar franja reflejante de 150 mm de



No.	Tipo	Luz (color)	Ubicación	Cant. Mín.	Observaciones
22	Reflejantes posteriores	Roja	Uno en cada extremo de la parte posterior, a una altura de 600 a 1500 mm	2	ancho en todo el frente Los reflejantes pueden estar incluidos en los plafones de los cuartos o direccionales. El color del plafón o difusor puede ser de color blanco siempre y cuando la luz emitida sea roja. Colocar franja reflejante de 150 mm de ancho en toda la parte posterior
23	Contraflujo	Ámbar	Una en cada extremo de la parte superior frontal	2	Con función intermitente. El color del plafón o difusor puede ser de color blanco siempre y cuando la luz emitida sea ámbar
24	Torretas	Ámbar	Colocada una en la parte frontal y la otra en la parte posterior, superior y al centro	2	Forma rectangular con visibilidad de 270° a 360° y con altura máxima de 150 mm

La localización física de las luces exteriores del trolebús se muestra en el siguiente esquema, Figura 20:

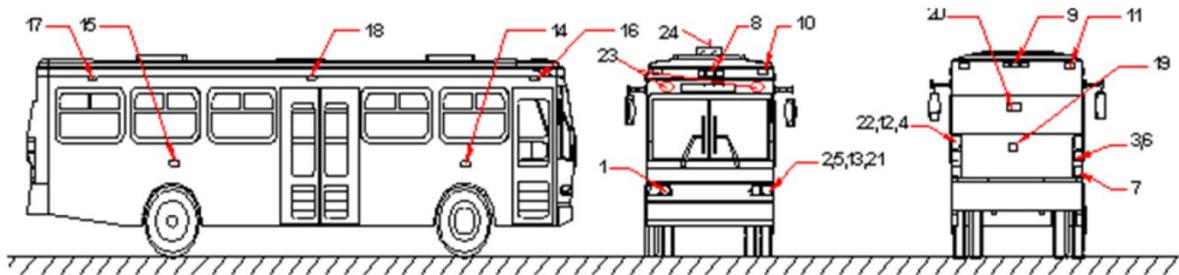


Figura 20. Iluminación exterior.

Todas las luces exteriores deben estar selladas para evitar acumulación de humedad o polvo, estarán fijas a la carrocería y permitir la colocación de otra en caso de reposición en el menor tiempo posible. Las micas deben ser con un acabado reflejante que conserve el color original a pesar de las condiciones ambientales o el paso del tiempo.

Para garantizar el anclaje de los plafones, para el caso de instalaciones sobre fibra de vidrio, se deberá instalar una lámina galvanizada calibre 10 como mínimo, embutida en la fibra de vidrio.

#### 4.2.1 ILUMINACIÓN AUXILIAR EN COMPARTIMIENTOS

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19			
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--



Los compartimientos deberán contar con luminarias a base de led's con la intensidad suficiente para realizar inspecciones o actividades de mantenimiento, las luminarias deberán contar con su interruptor independiente ubicado en el mismo compartimiento.

## 5. SISTEMAS COMPLEMENTARIOS

### 5.1 SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA Y GESTIÓN DE FLOTA

Las unidades deberán contar con canalizaciones preparadas para la instalación de un sistema de gestión de flota (consola para operador y una o dos pantallas tipo led o tft al interior del trolebús para información a usuarios) y un sistema de videovigilancia (cuatro cámaras de video de circuito cerrado como mínimo, 3 interiores y 1 exterior, y equipo de grabación oculto en el interior del trolebús) Figura 21.

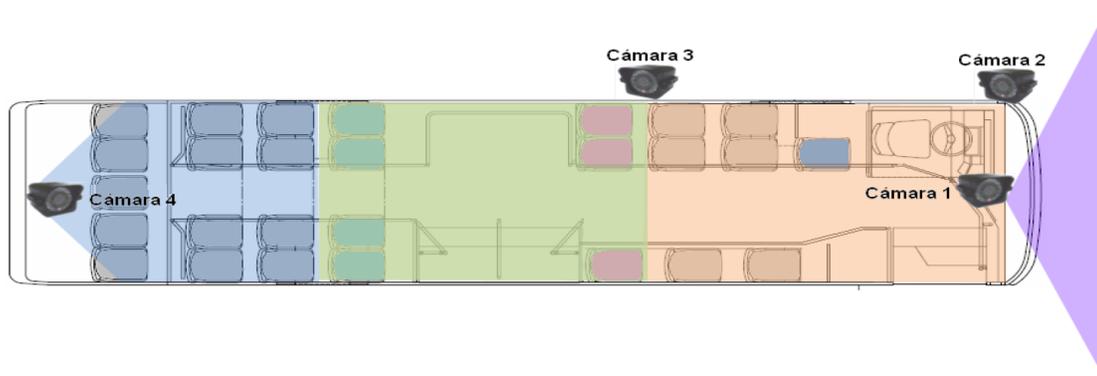


Figura 21. Distribución y orientación de cámaras de video vigilancia en habitáculo.

### 5.2 SISTEMA DE PEAJE Y CONTEO DE PASAJEROS

Los trolebuses deberá contar con canalizaciones preparadas para la instalación de un sistema de cobro con tarjeta sin contacto (consola y validador frente al operador y validador en el costado izquierdo de la puerta de ascenso). La ubicación de este sistema no debe obstruir el área del operador ni los controles del puesto de conducción, tampoco debe inhabilitar asientos y los equipos cuenta-personas deberán estar colocados en la parte superior de la puerta de ascenso y descenso para evitar obstrucciones en el tránsito de los pasajeros.

### 5.3 CONEXIÓN WIFI

El trolebús deberá contar con la preparación para instalar un sistema de conexión inalámbrica para pasajeros (WIFI).

## 6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

### 6.1 ESTRUCTURA GENERAL

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



La estructura deberá cumplir con los requisitos de seguridad indicados en las especificaciones existentes para unidades de transporte de pasajeros emitidas por la Organización de la Naciones Unidas (ONU), reglamento 66 de la CEPE/ONU. De igual forma debe ofrecer una vida útil de al menos 20 años en condiciones normales de operación.

### 6.1.1 CONSTRUCCIÓN

La estructura debe ser semi-integral y estar construida para soportar todos los esfuerzos combinados que se presenten durante la operación a plena carga del trolebús. La estructura de la caja debe estar certificada y adicionalmente deberá indicar en qué lugar se encuentra actualmente operando, en caso de no contar con estos deberán presentar las pruebas de homologación ante una empresa que se encuentre certificada para tal fin.

Todos los ensambles, tratamientos y componentes empleados deben estar concebidos de manera que el mantenimiento sea mínimo, para lo cual debe tenerse en cuenta la simplicidad en los montajes y la accesibilidad de los componentes.

En el diseño de la estructura deberán considerarse los lugares en donde se ubicarán los equipos pesados, tales como, equipo de tracción/frenado, convertidor estático, compresor, ejes, etc., se deberá considerar que en estos lugares se tenga la capacidad suficiente para soportar y amortiguar los esfuerzos y vibraciones a fin de evitar fisuras en la estructura.

En el montaje de las partes que involucran flechas que giran, tales como motor, transmisión o diferencial, deberán presentar vibraciones mínimas sobre todo en los sistemas de frenos y dirección, con el fin de evitar casos de resonancia, teniendo especial importancia el considerar la frecuencia o vibración originada por el tren motriz (motor-transmisión) para el diseño del anclaje de los mismos y el de la estructura con base en la fatiga del material.

Las frecuencias de resonancia tolerables deben quedar por debajo de toda frecuencia de excitación primaria de forma que se minimicen las vibraciones audibles, visibles o sensibles en la estructura, carrocería y paneles, para lo cual deberá considerar y cumplir las Normas IEC77 y la ISO2954 (Vibración mecánica en maquinaria rotativa y alternativa) y para Nivel de Ruido la ISO3381.

Para el caso del soporte del Motor de Tracción, se deberá considerar que estén contruidos de un material aislante y que absorba los impactos generados por este, sin que se deforme o fracture.

La construcción general debe asegurar que en zonas tales como las partes inferiores de ventanas, parabrisas, compartimientos y estribos, se utilicen procedimientos y materiales que eviten la oxidación de sus componentes, contando con dispositivos eficaces para la evacuación de agua y desalojo de basura. En partes encajonadas o cerradas, debe garantizarse la estanqueidad para evitar la entrada de la humedad.

### 6.1.2 MATERIALES

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



La estructura y laminación deberán estar diseñadas para:

- Satisfacer las condiciones de uso de los trolebuses para la Ciudad de México, con esfuerzos que no sobrepasen las características del material empleado, utilizando un alto coeficiente de seguridad.
- Satisfacer las condiciones de mantenimiento de los trolebuses.
- Dar una protección eficaz a los pasajeros en caso de accidente, volcadura, choque, incendio, etc.

Para estas consideraciones se requiere una construcción homogénea del tipo “Viga Tubular” donde la estructura contribuye al trabajo mecánico, las piezas de unión bastidor-techo deben ser muy rígidas y con amplios empotramientos.

Para la construcción de travesaños y laminaciones se deberán emplear aceros que cumplan con las siguientes especificaciones:

- Para láminas.- ASTM A-611 CBS, ASTM A-570 y ASTM A-606, en los grados y espesores requeridos para el diseño.
- Para placas y perfiles.- ASTM A-36, ASTM A-411 y ASTM A-572, en los grados y espesores requeridos para el diseño.

Los materiales que forman parte de la estructura deberán estar certificados y protegidos mediante un recubrimiento anticorrosivo, deberá emplearse material en los calibres que garanticen la resistencia al medio ambiente (lluvia, sol, ácidos, etc.), así como soportar los esfuerzos a los que serán sometidos durante la vida útil del trolebús, deberán tener propiedades ignífugas, autoextinguibles o retardante a la flama, de tal forma que la máxima velocidad de combustión tanto horizontal como vertical sea de 0.1 m por minuto. De estar colocados cercanos a las partes generadoras de calor, deberá estar contemplado que ésta situación no degrade el material y lo haga perder propiedades mecánicas.

### 6.1.3 LEVANTAMIENTO Y ARRASTRE

La estructura deberá contar con puntos de apoyo para levantamiento con gatos hidráulicos o dispositivos apropiados para inspección y mantenimiento tales como, cambio de ejes, de motor principal, de llantas, de masas, etc., por lo que estarán visiblemente señalados en los costados con etiqueta auto adheribles de larga duración.

También se deberán considerar tanto en el extremo delantero y posterior del trolebús, la instalación de dispositivos de remolque con la resistencia suficiente para el levantamiento y arrastre con grúa, es decir de fácil acceso de equipo *under lift*. Los soportes frontales deben resistir sin deformación permanente, tensiones de hasta 1.2 veces el peso de la unidad vacía, dentro de los 20° del eje longitudinal del trolebús. Estos soportes deben permitir levantar el trolebús vacío hasta que las ruedas delanteras se hayan despegado completamente del piso. Los soporte traseros deben tener una distribución tal que impida viajar en ellos a personas no autorizadas.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



“El Licitante” adjudicado deberá considerar los vehículos de arrastre (grúas) con los que cuenta el STE, para asegurar la compatibilidad para mantener un levantamiento y arrastre de las unidades sin utilizar adaptaciones adicionales.

La operación de las puertas, ventanas u otros elementos electromecánicos del trolebús no deben verse afectados por deformaciones o deflexiones de la estructura causadas por el levantamiento o arrastre de la unidad. En ningún caso las deformaciones podrán ser permanentes.

#### 6.1.4 PROTECCIÓN CONTRA ACCIDENTES

La estructura del trolebús y en particular la parte frontal, debe diseñarse de tal forma que proporcione la mayor protección al operador y a los pasajeros en situaciones de colisión o accidentes.

Tanto la estructura como el techo deben soportar una carga estática repartida en éste último igual al 150% del peso del trolebús completo sin pasajeros y operador. Bajo estas condiciones, no debe presentarse una reducción mayor de 152.4 mm en cualquier dimensión interior. Las ventanas deben permanecer en su sitio y no deben abrirse con dicha carga.

El trolebús debe soportar el impacto de un automóvil de 1,814 Kg de peso a una velocidad de 40 Km/hr, en cualquier punto a lo largo de cada costado de la unidad, excluyendo las puertas, sin sufrir una deformación estructural permanente. El impacto no debe producir filos cortantes o protuberancias en el interior del trolebús.

Los paneles exteriores y sus elementos estructurales de soporte, ubicados debajo de la altura del piso del habitáculo, debe resistir una carga estática de 910 Kg aplicada perpendicularmente a través de una superficie menor o igual a 3,225 mm<sup>2</sup>, en cualquier parte del trolebús. Esta carga no debe producir deformaciones que impidan la instalación de nuevos paneles exteriores para restablecer el aspecto original del trolebús.

#### 6.1.5 PRUEBAS A LA ESTRUCTURA

La estructura deberá estar calculada de acuerdo a un método analítico, ya sea por elemento finito o método similar que asegure un cálculo científico y correcto, los cuales deberán ser presentados con la información técnica del trolebús. Los materiales utilizados en la fabricación de los trolebuses, deberán estar certificados de acuerdo al cálculo de la estructura, así como los procesos de unión en la manufactura, debiendo presentar también los reportes de pruebas realizadas a éstos por una empresa certificada para tal fin. La estructura deberá soportar los esfuerzos bajo las condiciones y rangos de deformación que se establecen a continuación:

##### 6.1.5.1 ANÁLISIS DE VIBRACIONES

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Esta prueba deberá realizarse en los puntos de unión de la carrocería al chasis y de unión de costados y techo.

#### **6.1.5.2 DISTRIBUCIÓN DE LAS CARGAS EN LOS EJES**

La distribución del peso bruto vehicular (PBV) en los ejes, estará de acuerdo a las especificaciones de diseño de los ejes; la reacción o carga en cada uno de ellos no sobrepasará lo indicado en las especificaciones del fabricante. Cualquier deformación que se produzca, no deberá impedir el reemplazo de nuevos paneles para reparar el trolebús, conservando su aspecto original.

#### **6.1.5.3 ESTANQUEIDAD O IMPERMEABILIDAD DE LA CARROCERÍA**

La carrocería estará garantizada contra filtraciones de agua hacia el interior del habitáculo por 20 años. No debe presentar filtraciones o goteras ante cualquier precipitación pluvial o de lavado del trolebús estático o en movimiento: entre los recubrimientos interior y exterior, parabrisas, ventanas con ventilas cerradas (de pasajeros y operador), puertas cerradas, medallón trasero, toldo, costados, frente y posterior, con puertas cerradas no presentarán escurrimiento o goteras que incomoden al pasajero. Las tolvas de ruedas y piso no deberán presentar filtraciones al interior del habitáculo, salvo el caso en el que el trolebús se encuentre en una inundación con nivel de agua igual o mayor la altura del piso.

#### **6.1.5.4 FLEXIÓN**

Con el trolebús cargado a 2.5 veces la carga útil y soportado rígidamente en los puntos de apoyo de la suspensión, las deformaciones elásticas que se presenten no deberán ser superiores a 0.015 m.

#### **6.1.5.5 LEVANTE**

Con el trolebús a peso vehicular, levantar la parte delantera hasta una altura mínima de 0.53 m permitiendo poner torres de apoyo en la estructura o en el eje delantero, con el fin de simular cambios de componentes mayores, realizando el mismo procedimiento para la parte trasera del trolebús. Bajo esta prueba, las zonas de apoyo en la estructura no deben sufrir ningún daño.

#### **6.1.5.6 TERMOGRAFÍA**

Esta prueba deberá realizarse por modelo a las unidades en el interior del habitáculo, acorde a la ubicación del motor, cofre de tracción, convertidor auxiliar, grupo motocompresor, filtro de línea, banco de resistencias y bancos de baterías.

#### **6.1.5.7 TORSIÓN**

Con el trolebús cargado a su peso bruto vehicular, la estructura será sometida respecto a la superficie de rodamiento, a una desnivelación hacia arriba y hacia abajo de 0.15 m cada una aplicada en cada llanta. La estructura ante esta prueba no deberá presentar deformaciones

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



elásticas que originen un mal funcionamiento de puertas, ventilas, salidas de emergencia, mecanismos de dirección, suspensión y/o causen ruptura de cristales de parabrisas y ventanas, asientos, pasamanos o cualquier elemento estructural.

#### 6.1.5.8 VIDA A LA FATIGA

La estructura debe ser capaz de resistir las cargas dinámicas que se presenten durante su vida útil, sin que se manifiesten fracturas en los elementos estructurales importantes, tales como: Soportes de suspensión, dirección, motor o cualquier otro elemento que cause el desmontaje de revestimientos para su reparación.

#### 6.1.5.9 VUELCO

Conforme a lo indicado por los lineamientos de SEMOV y al Reglamento Número 66 de la ONU sobre prescripciones uniformes relativas a la homologación de los vehículos de gran capacidad para el transporte de personas respecto a la resistencia mecánica de la superestructura en sus especificaciones y requisitos generales manifiesta lo siguiente: La superestructura del vehículo tendrá la resistencia suficiente para asegurar que durante y después de pasar por uno de los métodos de ensayo:

- Ninguna parte desplazada del vehículo invada el espacio de supervivencia.
- Ninguna parte del espacio de supervivencia sobresalta de la estructura deformada.
- El método de ensayo del vuelco se llevará a cabo en una sección o secciones de la carrocería representativa de un vehículo vacío (en geometría, centro y masa).

“El Licitante” adjudicado deberá presentar una carta responsiva que avale la integridad de la resistencia estructural, firmada por el perito mecánico responsable autorizado por la empresa, conforme a los parámetros del método de prueba.

### 6.2 AISLAMIENTOS

#### 6.2.1 TÉRMICOS

La combinación de los paneles exteriores e interiores de los costados, el toldo, el frente y posterior del trolebús, deberán contar con aislamiento térmico adecuado para brindar suficiente comodidad al operador y pasajeros, el material deberá ser ignífugo y retardante al fuego, de espesor igual a los perfiles utilizados, con espuma de poliuretano esparado o equivalente.

El material aislante no debe ser “higroscópico” y deberá minimizar la entrada de humedad e impedir la retención de ella de manera que no perjudique las propiedades del aislamiento, además deberá ser resistente al moho, no permitir la reproducción de insectos y/o bacterias, ni la retención de aceite.

Deberá considerarse que la carrocería estará bien sellada, de modo que ni el operador ni los pasajeros sentirán corrientes de aire cuando el trolebús está circulando con las puertas,

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



ventilas, ventanas laterales y ventana de operador cerradas, así como para evitar filtraciones de agua, principalmente en la uniones de toldo con los mascarones delantero y trasero, salidas de emergencia, torretas, letreros de ruta y marcos de ventanas.

A todos los trolebuses se les instalará un sello hermético para evitar la entrada de emisiones de humo y/o polvo provenientes de los compartimientos del motor, del sistema de tracción, del convertidor, etc., los cuales deberán contar con encapsulados que garanticen que en el habitáculo la temperatura no presentará una diferencia mayor a 10°C con respecto a la temperatura ambiente del exterior.

### 6.2.2 ACÚSTICOS

Los niveles de ruido emitidos por el trolebús deben ser los más bajos y uniformes posibles, tanto al exterior como al interior.

- El nivel de ruido exterior emitido por el trolebús conforme a la norma NOM-079-ECOL-1994.
- El nivel de ruido interior (habitáculo) no excederá los 80 db debiendo seguir el método siguiente:

El nivel de ruido se medirá en tres puntos del pasillo central, en la parte de adelante, al centro y atrás, con un sonómetro que estará a 1.6 m +/- 0.1 m encima del piso, orientado durante la prueba en la dirección en el que el nivel sonoro sea el más elevado, con todas las puertas, ventanas laterales, ventana del operador y ventilas cerradas. Las medidas se harán a la velocidad constante de 50 Km/hr. El terreno de medición será horizontal, limpio y seco en un tramo de 20 m de recorrido de medición, no debe existir ningún reflejante acústico.

### 6.2.3 ELÉCTRICOS

Las partes del trolebús que estén en contacto con los pasajeros deberán estar provistas de aislamientos eléctricos. Las instalaciones eléctricas deberán estar ocultas y perfectamente aisladas, los cables deberán estar identificados en colores y numerados conforme a “El Licitante”. Se evitará tener conductores formados por varias secciones de cable o alambre para una misma línea de conducción. Las partes que estén en contacto con los pasajeros del trolebús deberán estar provistas de aislamiento contra conducción de electricidad y de fugas de corriente que puedan dañarlos. Los materiales y componentes deberán apegarse a las normas 43 IEEE 2014 y la IEC77.

## 6.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES

En la concepción de ensambles y subensambles así como en la fijación del equipo y accesorios se debe contemplar el uso de tornillería métrica según normas con Acero clase 8.8 UNE en ISO 898-1 (Tornillería métrica), con cabeza de estampado cruciforme y/o hexagonal con el correspondiente tratamiento anticorrosivo.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Las partes de la carrocería que no correspondan a la estructura, tales como defensas, asientos, vidrios, puertas, espejos, etc., deben ser intercambiables de una unidad a otra.

Los recubrimientos, partes, componentes, aislantes y dispositivos, deberán soportar la radiación ultravioleta sin degradarse durante la vida útil del trolebús. No serán higroscópicos ni retendrán humedad o lubricantes, y de estar en contacto con éstos no presentarán degradación o corrosión. Tendrán propiedades ignífugas, autoextinguibles o retardantes a la flama, de tal forma que la máxima velocidad de combustión tanto horizontal como vertical sea de 0.1 m por minuto, asimismo, la combustión no producirá gases venenosos. De estar cercanos o contiguos a partes que irradian calor deberán tener propiedades adecuadas para no presentar deterioro o degradación. Serán resistentes al moho y no permitirán la reproducción de insectos y/o bacterias.

### 6.3.1 BARRA PROTECTORA Y GANCHOS

El trolebús deberá tener una barra protectora metálica en la superficie del toldo abarcando el ancho total de la unidad, esta barra servirá de protección a la pintura y al revestimiento exterior de la carrocería durante el accionamiento del sistema de retención de las pértigas. Deberá estar fabricado de acero al carbón con un espesor mínimo de 4.76 mm. Tendrá un recubrimiento de neopreno o material similar que amortigüe el contacto entre la barra y las pértigas y que garantice el esfuerzo a que será sometido.

También se deberá considerar la instalación y fijación de dos ganchos para la sujeción de las pértigas en posición de desconectado, serán fabricados de acero al carbón con un espesor mínimo de 6.35 mm. Los ganchos deben estar aislados eléctricamente de la estructura, con un nivel mínimo de 2,200 Vrms / 60 Hz, según norma IEC 77.

Tanto la barra protectora como los ganchos y los elementos de fijación al toldo, deben contar con un tratamiento anticorrosivo que les permita resistir la exposición al medio ambiente. Las uniones con el toldo y la estructura deben garantizar estanqueidad hacia el interior.

La barra protectora deberá contar con un dispositivo que sirva de guía para las cuerdas de los retrievers y evite que éstas excedan el ancho del trolebús cuando ejecuta la maniobra de giro y rebase durante la operación. Dicho dispositivo no deberá afectar el funcionamiento y condiciones de seguridad de los retrievers.

### 6.3.2 BOTAGUAS

Los trolebuses deberán estar provistos de un ensamble o dispositivo a todo lo largo de los costados de la unidad, para que cuando el trolebús desacelere éste no permita escurrimiento de agua por la parte superior de las ventanas laterales, ventana del operador y la zona de puertas; podrán ser fabricados en lámina galvanizada calibre 14 como mínimo, perfil de extrusión plástica (polipropileno resistente al alto impacto) o en perfil de aluminio.

### 6.3.3 COMPARTIMIENTO DE SERVICIO.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Se deberá considerar la distribución equitativa con relación al peso del equipo para la habilitación de los compartimientos en el techo o bajo la plataforma, apropiados para la instalación y/o protección de los equipos tales como: disyuntor principal, apartarrayos, y banco de resistencias. considerando un sistema de tapas móviles abatibles, adecuadas para la inspección periódica y mantenimiento de los componentes, con mecanismos que las sostengan en la posición más alta posible. Deberán tener cerradura triangular tipo pestillo con una calcomanía auto adherible indicando la posición de apertura / cierre.

Los compartimientos que contengan equipos que utilicen alta tensión, deberán garantizar la estanqueidad al polvo y agua y tendrán calcomanías de riesgo de descarga eléctrica y deberán indicar el tiempo de descarga. Asimismo, las tapas deberán estar equipadas con un dispositivo de seguridad que permita la apertura de los compartimientos únicamente cuando exista ausencia de alta tensión.

### 6.3.4 COMPARTIMIENTO DE SISTEMAS Y MECANISMOS.

A los compartimientos del motor, baterías, paneles que cubren equipos y sistema de tracción/frenado, se tendrá acceso desde afuera del trolebús, con dimensiones tanto de las puertas como de los compartimientos, que permitan una fácil ejecución de los trabajos de mantenimiento e inspección de sistemas y componentes dentro del compartimiento, inclusive para un manejo adecuado de herramientas. Las puertas contarán con seguros adicionales que impidan su cierre accidental cuando se encuentren en posición abierta. La manija de los cerrojos quedará al ras o metida en la carrocería, con dimensiones que faciliten tomarlas para abrir el compartimiento. Deberán tener cerraduras triangulares tipo pestillo con una calcomanía auto adherible indicando la posición de apertura / cierre, éstas deberán estar certificadas previas a su montaje, entre las tapas y compartimientos se deberá considerar un sello perimetral para garantizar la estanqueidad.

Los compartimientos tendrán ventilación y desagüe, impidiendo además la acumulación de desechos. Las superficies interiores de los compartimientos deberán llevar aislamiento eléctrico y protección a la corrosión producida por materiales en el interior del habitáculo, contarán con dimensiones, ubicación y disposición tal, que no interfieran con la seguridad y comodidad de los pasajeros. Todos los compartimientos deberán contar con la ventilación adecuada de acuerdo a las necesidades funcionales de los sistemas o componentes que protejan y cubran. En el caso de parrillas y entradas de aire, deberán estar aprobadas por el fabricante del sistema o componente que las requiera.

La totalidad de los componentes de los compartimientos deberán ser fabricados en acero inoxidable acabado satinado.

### 6.3.5 DEFENSAS

Estos elementos deberán sujetarse en la parte delantera y trasera de la estructura del trolebús para proteger la integridad de las partes de la unidad en caso de colisiones.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



El material de ambas defensas debe contar con alma de acero resistente al impacto y la corrosión, no tendrá aristas o bordes filosos y posibilitarán su fácil montaje y desmontaje.

El largo de las defensas y su alma metálica, deberán cubrir cuando menos el ancho de la unidad para su protección, considerar que el trolebús será de tracción trasera, por lo que la defensa trasera deberá permitir el fácil montaje y desmontaje del motor principal.

Las defensas no provocarán daños a la carrocería al desplazarse 0.05 m máximo de su posición original por la acción de un impacto.

Dimensiones de las defensas:

Descripción		Dimensión
Ancho mínimo		250 mm
Altura máxima del suelo al borde inferior de defensa	Delantera	460 mm
	Trasera	600 mm
Proyección Máxima	Frontal	150 mm
	Trasera	Dimensión que evite que la gente viaje sobre ella
	Lateral	75 mm

## 6.3.6 DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

### 6.3.6.1 ALARMA DE REVERSA

Deberá contar con una alarma sonora de reversa auditiva y visual (luz de reversa) que se ubicará en el panel de calaveras (cuartos traseros) del trolebús, debiendo cumplir con la recomendación SAE J-994.

### 6.3.6.2 BOTIQUÍN

Los trolebuses deberán estar provistos de un botiquín y su contenedor resistente a los impactos, colocado en un sitio accesible para el operador y los pasajeros, dicho contenedor tendrá un área mínima de 150 X 400 X 250 mm, y deberá contar con su respectiva señalización.

### 6.3.6.3 CINTURÓN DE SEGURIDAD

El asiento del operador deberá incorporar un cinturón de seguridad de tres puntos, el cual estará sujeto a la estructura del trolebús y contará con una alarma acústica y con testigo luminoso en el tablero indicando cuando no esté colocado y el trolebús se encuentre en marcha.

### 6.3.6.4 CLAXON Y SIRENA DE APROXIMACIÓN

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Deberán incorporarse un claxon eléctrico al trolebús, este deberá ser accionado mediante un interruptor tipo pulsador normalmente abierto ubicado en la masa del volante de dirección, el claxon deberá producir una señal sonora que cumpla con la Norma SAE J377.

Asimismo, el trolebús deberá contener dos sirenas de aproximación, una con sonido de campanilla para aviso al ciclista y otro con sonido para aviso a peatones, éstas podrán ser activadas y desactivadas mediante interruptores monoestables, para que las sirenas puedan funcionar de manera continua durante la conducción del trolebús, dichos interruptores deberán ubicarse en un lugar cercano al volante, que permita su fácil y rápida activación.

Es necesario resaltar que la operación del claxon y las sirenas, deberá ser de forma independiente.

#### **6.3.6.5 COLUMNA DE DIRECCIÓN DE SEGURIDAD**

Como medida de seguridad se debe incorporar al trolebús una columna de dirección de seguridad, la cual permitirá comprimirse o doblarse ante un impacto.

#### **6.3.6.6 EXTINTOR**

Todos los trolebuses deberán tener incorporados extintores que ayuden a sofocar el fuego en caso de que se llegara a generar un conato de incendio. Deberán ser para tipos de fuego A, B y C, teniendo 2 extintores de 4 kg como mínimo, colocados en un sitio accesible para el operador y los pasajeros, debiendo cumplir con lo establecido en la norma NOM-157-SCFI-2005.

#### **6.3.6.7 TRIÁNGULO DE SEGURIDAD**

Los trolebuses deberán contar con dos triángulos de seguridad. Serán visibles de día y de noche, contarán con reflectividad visible a una distancia entre los 30 y 180 m, los cuales deberán cumplir con las características de diseño y fabricación especificadas en los lineamientos de SEMOVI.

#### **6.3.6.8 TORRETAS**

Los trolebuses deberán contar con 2 torretas instaladas en el toldo, una en la parte frontal y la otra en la parte posterior, que servirá de señalización visual para peatones y vehículos cuando el trolebús circule en el carril de contrasentido.

Las torretas trabajarán con la tensión proporcionada por el convertidor auxiliar a una tensión de 24 VCD y serán a base de led's de alta intensidad con reflectores que proporcionan 360° de luz continua, con al menos 2 patrones de destellos, luz color ámbar y forma rectangular.

### **6.3.7 ESCALERAS PARA MANTENIMIENTO**

Al costado derecho del trolebús, se deberá considerar la implementación de soportes anclados a la estructura que sirvan de escalera para que personal autorizado pueda

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



ascender y realizar trabajos de mantenimiento e inspección en el toldo o techo del trolebús, los soportes estarán fijos y se podrán retraer o esconder para que personas ajenas al mantenimiento no puedan ascender.

La separación entre cada soporte deberá ser de aproximadamente 450 mm, la fabricación será con material resistente para cargar o soportar un peso aproximado de 200 Kg.

Se debe considerar la instalación de asideras o agarraderas para que del último escalón al techo el personal de mantenimiento tenga medios para sujetarse y concluir el ascenso, el espacio en donde el personal asciende a la unidad debe tener una cubierta aislante tipo tapete dieléctrico antiderrapante con capacidad dieléctrica de 18 KV, resistente al envejecimiento por ozono, la superficie a cubrir será de 1,000 X 1,000 mm.

### 6.3.8 LETREROS DE RUTA

Los letreros de ruta deberán ser a base de led's en el cuál se desplegarán el origen y destino del trolebús, se alimentarán con 24 VCD generados por el convertidor auxiliar, se programarán para las diferentes rutas serán programables desde el puesto del operador o mediante una memoria USB precargada y se deberán hacer las siguientes consideraciones:

- Ubicación en la parte frontal superior del trolebús y costado derecho de trolebús (en costado izquierdo de puerta de ascenso).
- La caja del letrero de ruta frontal deberá disponer de un claro libre mínimo de 1,200 mm de ancho y 200 mm de altura.
- La caja del letrero de ruta lateral deberá disponer de las dimensiones adecuadas que garanticen el funcionamiento, resguardo, protección contra actos de rapiña y vandalismo del equipo.
- Protección contra falla eléctrica.
- Estará protegido por un cristal inastillable transparente de 4 a 6 mm de espesor, se fijará con adhesivo estructural.

### 6.3.9 PARED DE FUEGO

Los trolebuses deben contar con paredes de fuego que retarden o impidan el paso del calor y del fuego al interior de la unidad. Estos dispositivos deben instalarse en las paredes del espacio en que se encuentren fuentes de calor tales como el motor principal, el banco de resistencias, partes móviles rotativas, flecha cardán y discos de frenos.

### 6.3.10 PASALLANTAS

Deberán ser fabricados en material resistente a la corrosión y recubrimiento anticorrosivo, que preserve la pieza durante la vida útil de la unidad. Soportará los impactos por objetos lanzados por las llantas y piezas o dispositivos que se monten sobre ellas. Deberán tener una altura reducida con respecto al piso para comodidad de los usuarios y permitirá la correcta operación del trolebús en condiciones de carga máxima, con terminados

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



redondeados, sin proyecciones filosas o en punta que pudieran causar accidentes a los pasajeros.

Asimismo, contará con el claro respecto a las llantas sin exceder un 10% del diámetro de la llanta. Tanto en su exterior como en su interior no debe presentar proyecciones de tuercas, tornillos, pernos, remaches u otros salientes que puedan dañar las llantas, aun cuando la unidad trabaje cargado a toda su capacidad.

### 6.3.11 PINTURA

La pintura exterior deberá ser del tipo poliuretano o de características superiores, deberá ser resistente al grafiti. El color de la pintura y la imagen institucional tales como logotipos, emblemas y números económicos, serán asignados de acuerdo a lo establecido por el Servicio de Transportes Eléctricos de la Ciudad de México y la Secretaria de Movilidad de la Ciudad de México. El licitante deberá presentar las probetas y pantones para su aprobación antes del proceso de aplicación de la pintura.

El procedimiento de pintado para el exterior de la carrocería debe satisfacer los métodos de evaluación de las normas ASTM D-523, D-1210, D-1640 y D-3359, o normas equivalentes a nivel internacional.

Todos los elementos metálicos de la carrocería de los trolebuses deben ser granallados, decapados y protegidos con pintura anticorrosiva para aplicación automotriz.

### 6.3.12 PROTECCIÓN PERIMETRAL

Los costados del trolebús deberán estar protegidos por una defensa perimetral contra rozaduras. Esta protección estará instalada a todo lo largo de los costados del trolebús, interrumpiéndose solamente en los vanos de las puertas, vueltas de salpicaderas frontal y posterior. Las dimensiones de la protección serán de 50 mm de ancho como mínimo y la proyección fuera de la carrocería será de 50 mm máximo, se ubicará en la parte más ancha del exterior de la unidad y se sujetará firmemente a la estructura del trolebús, permitiendo su recambio. El montaje, retiro y reparación de la protección podrá efectuarse sin tener que ser desmontada en su totalidad. Serán recubiertas o de material flexible.

### 6.3.13 RECUBRIMIENTOS EXTERIORES

La carrocería debe estar constituida de tal forma que conserve todas sus características originales por toda la vida útil del trolebús en condiciones normales de trabajo. Los paneles de recubrimiento exterior, tanto laterales como del toldo, deberán tener las propiedades mecánicas y anticorrosivas que justifiquen su empleo. La fijación de los paneles se hará a los elementos estructurales, asegurando al conjunto solidez y rigidez adecuadas, con miras a minimizar las vibraciones y evitar perforaciones innecesarias que originen debilitamiento en los perfiles. Podrán considerarse componentes de plástico, colocándose en cualquier parte del exterior del trolebús, siempre que ello no comprometa o ponga en peligro la resistencia del conjunto. En los casos que es necesario sobreponer materiales metálicos

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



diferentes, deberán protegerse las uniones con materiales aislantes para evitar reacciones galvánicas y electrolíticas entre ellos. En las partes que no se requiera pintura, se tendrá cuidado de no incorporar superficies pulidas, cromadas o abrillantadas para evitar el deslumbramiento.

Los paneles laterales de recubrimiento exterior desde la unión toldo-costado hasta la altura del piso del habitáculo, deberán estar contruidos por chapas metálicas y contener como relleno un material ignifugo entre las laminaciones (interior y exterior), cuidando la uniformidad en la aplicación.

Los revestimientos exteriores frontal y posterior pueden hacerse en forma de mascarilla de fibra de vidrio con características ignifugas, anclados al chasis o a la estructura y deberán considerar los alojamientos necesarios para accesorios eléctricos y mecánicos tales como faros, luces, espejos, parabrisas, letrero de ruta, medallón, retriever, equipo de control y tracción, etc.,

El trolebús en su totalidad deberá garantizar la estanqueidad a su interior, así como el de no existir filtraciones de agua, principalmente en la unión del toldo con los mascarones delantero y trasero, torretas, letrero de ruta y ventanas.

#### **6.3.14 SUPERFICIES ANTIRREFLEJANTES**

La configuración del diseño del trolebús debe prever y evitar, que en caso de existir superficies cromadas, niqueladas, pulidas o abrillantadas, éstas no presenten reflejos a otros vehículos, ya sea por incidencia del sol sobre éstas o por las luces de otros vehículos.

#### **6.3.15 SOPORTE PORTA RETRIEVERS**

En la parte posterior del trolebús se deberá considerar una base metálica para los recuperadores o “retrievers” de calibre y dimensiones suficientes para montaje y operación de los mismos, considerando que la función de éstos es que, en caso de que la o las pértigas se desconecten de la catenaria éstos elementos deberán jalarlas o recuperarlas, para evitar el contacto con estructuras de la vía pública o cables existentes de otros servicios tendidos en los espacios que comparte con las líneas del trolebús.

### **7. SISTEMA ELÉCTRICO**

En este sistema se consideran todos los accesorios para los servicios auxiliares del trolebús, mismo que deben operar en forma individual bajo el control del operador desde el puesto de conducción.

En el sistema eléctrico se encuentran agrupados los dispositivos encargados de la conducción, protección, control y transformación de la energía eléctrica necesaria para la alimentación de los equipos y aparatos instalados en el trolebús.

#### **7.1 TIPOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Los trolebuses requerirán cuatro tipos de energía eléctrica.

- La energía principal llamada “AT” (Alta Tensión) de tensión nominal de 600 VCD (alimentación principal de Línea Elevada).
- La energía auxiliar llamada “BT” (Baja Tensión) con tensión de 24 VCD, constituida por un convertidor auxiliar “CONV” y un banco de baterías. El convertidor proporcionará el suministro eléctrico en baja tensión a los equipos embarcados y el banco de baterías será la fuente de inicio de marcha y el sistema de respaldo para la lógica de control del trolebús.
- La tensión trifásica de 220 VCA/60 Hz, generada a partir del convertidor auxiliar “CONV”.
- La energía de reserva “FR” que almacenará energía eléctrica y funcionará únicamente cuando se pierda la “AT” y contará con la capacidad de almacenar la energía suficiente para dotar al trolebús con una capacidad para recorrer una distancia mínima de 10 Km (en condiciones normales de operación), considerar esta autonomía en un banco de baterías de respaldo.

La demanda de consumo de los equipos instalados no deberá exceder la potencia máxima entregada por el “CONV”, la capacidad del convertidor debe permitir cuando menos un régimen del 10% de sobrecarga durante 20 minutos. Del convertidor se obtendrán por lo menos cuatro tomas de tensión monofásica de 127 VCA/60 Hz.

## 7.2 PROTECCIONES POR INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS.

Cuando las corrientes eléctricas demandadas por el trolebús que sobrepasen los valores máximos permisibles entrarán en funcionamiento las protecciones por interruptores termomagnéticos, aislando la alimentación de los circuitos involucrados hasta que se reestablezcan las condiciones normales de operación.

Estas protecciones serán seleccionadas tomando como referencia los valores nominales, máximos de cada equipo, circuito eléctrico, corto circuito y deberán garantizar y asegurar la integridad física de los componentes (contactos, relevadores, conductores, conexiones, motores, etc.).

Su ubicación deberá permitir el accionamiento rápido y seguro. Sus características de aislamiento y montaje deberán ser acordes con los valores de tensión y corriente involucrados. Los interruptores deben contar con testigos de accionamiento.

## 7.3 SISTEMAS DE ALTA TENSIÓN “AT”

### 7.3.1 ALTA TENSIÓN (DOBLE AISLAMIENTO)

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



A fin de brindar mayor seguridad y evitar el contacto de las personas o circuitos de baja tensión con la alimentación de “AT” de los trolebuses, todos los equipos y componentes en contacto con 600 VCD deberán tener un segundo nivel de aislamiento entre los electrodos de potencial y el cuerpo de la carrocería.

En la mayoría de los casos (motor, electrónica de potencia, reactancias, resistencias de frenado, etc.), el segundo nivel de aislamiento se puede proporcionar en la fijación de estos elementos con ayuda de aisladores adecuados. El motor de tracción, debe contar adicionalmente con un cople aislante que evite una conexión eléctrica al eje de transmisión.

Todos los aparatos que sean alimentados con 600 VCD y tengan circuitos o componentes a nivel de 24 VCD, como circuitos de medición, deben mantener el doble aislamiento entre dichos circuitos. La cualidad del doble aislamiento debe ser conforme a la Norma IEC 77.

Los aisladores a utilizar deben tener rigidez mecánica y dieléctrica suficiente para soportar sin fisurarse o flamearse, los esfuerzos mecánicos y eléctricos y de vibración a los cuales se verán sujetos. Adicionalmente, el material y diseño utilizados deben ser los adecuados para soportar las condiciones climatológicas y de contaminación de la Ciudad de México, particularmente en los días lluviosos.

La unidad debe disponer de un indicador acústico y óptico en caso de fallas de aislamiento y desarrollo de potencial de la carrocería con respecto a tierra (carrocería energizada). Si la falla de aislamiento se encuentra después del interruptor de línea, el indicador debe apagarse al abrir este interruptor, mientras que si la falla se encuentra entre el colector de corriente y el interruptor de línea, este indicador permanecerá activado.

### 7.3.2 APARTARRAYOS

El Licitante deberá considerar en su diseño, la instalación de un apartarrayos (un dispositivo de protección contra sobretensiones en la línea ya sea por descargas atmosféricas o por maniobras), se deberá colocar sobre el techo del trolebús, a la entrada entre ambas tomas de corriente de Alta Tensión “AT”, el apartarrayos a instalar deberá ser preferentemente de Clase 3, 600 VCD como mínimo, con una corriente de descarga igual o mayor a 10,000 A.

### 7.3.3 DISYUNTOR EXTRARRÁPIDO

El Licitante deberá considerar en su diseño un disyuntor extrarrápido electromagnético en el techo del trolebús, el cual proporcionará protección contra sobretensiones provenientes de la línea de catenaria, contará con señalizaciones de activado/desactivado, siendo ajustable a diferentes corrientes de funcionamiento y con desconexión directa por diferenciales de corriente elevadas, con un tiempo de reacción mecánico inferior a 2 ms a 3 ciclos, el objetivo de éste elemento será proteger a los equipos que son alimentados con AT y evitar daños internos en los componentes de los equipos, deberá contar con la función de restablecer el disyuntor desde el puesto del operador.

### 7.3.4 SISTEMA DE CAPTACIÓN DE CORRIENTE

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Este sistema comprende los equipos y accesorios necesarios a instalar sobre el techo de la unidad para la captación de la tensión eléctrica desde la catenaria (alambre “trolley”) y hasta su conducción a la unidad por medio de cables flexibles.

El sistema de captación de corriente, debe estar formado por los siguientes equipos:

#### 7.3.4.1 CABEZA CAPTADORA

Se deberá considerar mantener el diseño de éste elemento utilizado en todo el parque vehicular de trolebuses del STE. Para mayor detalle se anexan planos y características técnicas (apéndice “D”).

La captación de corriente se realiza a través del contacto del alambre ranurado de la línea elevada y el inserto de carbón que se encuentra alojado en la cabeza captadora, de esta manera se provee de la corriente necesaria a los sistemas del trolebús para el correcto funcionamiento.

#### 7.3.4.2 TROLES (PÉRTIGAS) Y RETRIEVERS

Otros elementos del sistema de captación de corriente requerido son los troles, se deberá considerar dos por trolebús, y en los cuales van ensambladas las cabezas captadoras mencionadas anteriormente.

Los troles deberán ser de kevlar y de una sola pieza con resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos estáticos y dinámicos propios de su funcionamiento, para soportar la presión de 12 Kg de presión del inserto de carbón sobre el hilo de contacto y capaces de soportar una tensión eléctrica de 600 VCC, en caso de descarrilamiento. Para la fabricación de los troles deberá considerarse mantenimiento mínimo o nulo. Adicionalmente, deben aislarse en el extremo superior con fundas aislantes de fácil montaje y mantenimiento, con resistencia mecánica y estabilidad dimensional adecuadas para las condiciones ambientales de la Ciudad de México. La funda aislante debe tener una longitud mínima de 1,200 mm medidos desde la cabeza captadora hacia el techo del trolebús con un nivel de aislamiento mínimo de 1,000 VCD.

Como complemento a los troles, debe instalarse un sistema de retención y retracción para las pértigas, éste puede ser a base de “retrievers” en la parte posterior de la unidad y mediante un sistema neumático en la parte superior, según sea el diseño, con capacidad de sujetar y bajar los troles en caso de desconexión accidental del trole y la catenaria a la posición horizontal de seguridad.

En caso de proponer “retrievers” o “recuperadores”, se deberá considerar una base metálica para montaje de los dos “retrievers” en la parte posterior del trolebús y estará fija a la estructura, a una altura conveniente acorde a la estatura promedio de los operadores. También propondrá el medio (cuerda) por el que quedarán unidos la pértiga con su “retriever”, este medio deberá ser de un material capaz de retraer la pértiga a una posición horizontal de seguridad en caso de desconexión y de características aislantes, por lo que se

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



deberá considerar la fuerza o tensión mecánica con la que la pértiga se desconecta de la línea elevada.

El sistema neumático debe alojarse en un compartimiento en la parte superior del trolebús. El sistema debe tener la función de bajar los troles hasta su posición horizontal de seguridad, sin que éstos se abatan lateralmente al separarse de la catenaria. El sistema neumático deberá operarse desde el puesto de conducción.

Los sistemas propuestos por “El Licitante” deben contar con fiabilidad comprobada en trolebuses similares, así como de fácil y mínimo mantenimiento, por lo que deberán incluir en su propuesta técnica, la documentación que compruebe dicha fiabilidad.

“El Licitante” podrá presentar en su Propuesta Técnica algún sistema de captación mejor que sea compatible con las características de la línea elevada existente.

En el apéndice “E” se anexan planos y características técnicas de los troles instalados en todo el parque vehicular de trolebuses del STE.

### 7.3.4.3 BASES DE TROLES

La unidad debe estar equipada con bases para cada trole, de construcción ligera pero resistente y confiable operada mecánicamente por resortes o algún sistema mejor.

Las bases de troles propuestas deberán contar con un mecanismo que impulse a las pértigas para que estas ejerzan una fuerza de contacto con la catenaria de 12 kg y con esto asegurar el contacto permanente sin producir arcos eléctricos, el mecanismo deberá contar con algún medio para ajustar la tensión mecánica.

Se debe garantizar el correcto aislamiento en estos componentes, incluyendo el doble nivel de aislamiento solicitado en el punto 7.3.1 “Alta Tensión (Doble Aislamiento)” de la presente especificación. La clase mínima de aislamiento es de 2,200 Vrms / 60 Hz, según norma IEC 77. Los bloques y medios de sujeción mediante los cuales descansan las bases de troles sobre el techo deben ser aislantes, ignífugos, hidrófugos y deben tener dimensiones adecuadas para soportar los esfuerzos mecánicos a los cuales están expuestos durante la operación del trolebús.

Todos los elementos de fijación a la estructura de la carrocería deben tener un tratamiento electrolítico anticorrosivo que asegure su resistencia al medio ambiente.

### 7.3.5 BANCO RECTIFICADOR PRINCIPAL “MRF”

Se deberá incluir en el diseño del trolebús, un banco rectificador de onda completa, con las características adecuadas para soportar la demanda total de energía que consumen los equipos instalados en el trolebús, considerando un 25% adicional a la potencia que requieren dichos equipos.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



El “MRF”, garantizará la correcta polaridad de alimentación a los equipos eléctricos instalados en el trolebús. “El Licitante” deberá indicar en su propuesta el lugar donde se instalara el “MRF” y en un diagrama a bloques la forma en que interactúa con los demás equipos.

### 7.3.6 SISTEMA DE TRACCIÓN/FRENADO

El diseño del sistema de tracción/frenado debe contemplar, además de las funciones de tracción y frenado que se requiere para desplazar a la unidad, “El Licitante” deberá especificar la fiabilidad del sistema como parte de su Propuesta Técnica.

“El Licitante” adjudicado proporcionará e instalará un banco de pruebas con las características adecuadas para probar el sistema de Tracción/Frenado del modelo de trolebús ofertado, dicho banco de pruebas servirá como herramienta de apoyo para labores de mantenimiento correctivo y calibración de los equipos.

Los equipos que integran este sistema de tracción/frenado se podrán instalar en la zona trasera o bajo la plataforma del trolebús.

#### 7.3.6.1 MOTOR ELÉCTRICO

El motor de tracción será asíncrono de corriente alterna trifásica, tipo jaula de ardilla, con un aislamiento grado F, el motor deberá ser de tipo abierto con sistema de autoenfriamiento que consiste en un ventilador radial instalado en la flecha y contará con un sistema de monitoreo de temperatura.

Deberá ser alimentado por un inversor de tracción, mediante el cual se realizará el control de la velocidad variando los parámetros de frecuencia y tensión, de tal forma que garantice que el desempeño sea el adecuado para conseguir que las unidades circulen en las condiciones previstas en esta especificación.

“El Licitante” adjudicado, durante la etapa de diseño presentará propuestas al STE para la recuperación al menos del 30% de energía regenerada a las baterías de respaldo para su visto bueno.

El motor de tracción debe contar con las siguientes características:

- La ubicación del motor debe evitar la llegada de agua al mismo.
- Los rodamientos deben estar ampliamente dimensionados. Se debe indicar en la Propuesta Técnica la marca y el tipo de los rodamientos empleados, estos deben ser de primera calidad y tener una vida útil mínima de 25,000 horas de operación.
- El rotor debe estar balanceado dinámicamente y satisfacer las normas aplicables a métodos de prueba de material rodante equipado con motores de corriente alterna de acuerdo a la norma IEC 349 “Reglas para máquinas eléctricas rotativas”.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



- El motor de tracción, debe contar con un acoplamiento aislante que evite una conexión eléctrica.
- El montaje deberá asegurar la sujeción del motor y garantizar el aislamiento entre el motor y la estructura del trolebús.
- El montaje y desmontaje deberá ser realizado con el menor número de maniobras posibles, minimizando los tiempos de ejecución.
- El motor de tracción debe someterse a los ensayos previstos en los estándares internacionales IEC 349 o los correspondientes del país de origen del motor de inducción.

### 7.3.6.2 EQUIPO DE CONTROL DEL CIRCUITO DE POTENCIA

A partir de “AT” de la catenaria, el equipo de control permitirá la alimentación del motor principal con una tensión alterna trifásica, con variaciones en frecuencia y tensión adecuada para obtener las características dinámicas óptimas del trolebús.

En caso de falla de los circuitos de potencia, el equipo de control deberá aislar el circuito antes de que la corriente supere la capacidad del circuito de protección y pueda causarle daño (El sistema asegurará la debida coordinación de protecciones para aislar la falla). “El Licitante” adjudicado deberá considerar las pruebas necesarias durante las Pruebas Tipo, mencionadas en los puntos 11.6. “Pruebas” y 11.6.1 “Tipos de pruebas” de la presente especificación, para garantizar la protección debiendo presentar al STE los resultados.

El equipo de control deberá realizar el frenado electrodinámico combinado, es decir, con recuperación de energía a las Baterías de Respaldo y el reostático. La función de esta forma de frenado será totalmente automatizada, con el fin de aprovechar la recuperación de la energía de frenado al menos del 30%. El frenado reostático será diseñado para un servicio constante y permanente.

La transición entre el frenado electrodinámico y el frenado neumático deberá ser tal que el valor de la desaceleración se mantenga constante durante el proceso. En el instante del arranque de un trolebús en pendiente, este no deberá presentar desplazamiento alguno, para ello existirá interface entre el sistema de tracción y el sistema de freno.

El equipo de tracción deberá contar con un sistema de diagnóstico de fallas, el cuál debe señalar la falla del equipo en el tablero de instrumentos y control y desplegar la memoria de incidencias, datos de operación, programación de registros para análisis de fallas, test de equipos on-line. Se podrá conectar un dispositivo portátil (laptop) para entablar comunicación con el equipo de tracción y poder extraer los datos o registros de las fallas almacenadas. La comunicación será a través de un puerto USB 2.0 o superior, y podrá monitorearse en tiempo real el equipo de tracción obteniendo gráficas de los parámetros.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Dentro del alcance del proyecto “El Licitante” adjudicado deberá proporcionar la documentación y capacitación, referente a los procedimientos de manejo de software para la extracción de fallas, así como considerar la entrega de equipos portátiles (laptop) y respaldo de software necesario para la extracción de los datos, debidamente provista, interfaces necesarias, licencias y configuraciones necesarias para su uso e instalación del software para el sistema de diagnóstico de fallas.

### 7.3.6.3 TRANSDUCTORES

Estos dispositivos son el control maestro que generan las señales y comandos de tracción o frenado y que permite el enlace entre los sistemas de control del trolebús y el operador. Estos dispositivos deben ir acoplados en los pedales de acelerador y freno, uno en cada pedal, estos dispositivos serán de alta sensibilidad para la detección del desplazamiento angular de los pedales.

El transductor acoplado al pedal del acelerador, deberá sensor en todo momento la posición del pedal, para que este desplazamiento sirva como referencia al equipo de control de circuito de potencia y genere las señales adecuadas que permitan el funcionamiento del motor de tracción con la intensidad acorde a la señal proporcionada.

El transductor acoplado al pedal del freno, deberá sensor en todo momento la posición del pedal, para que esta señal sirva como referencia al equipo de control de circuito de potencia e inicie la secuencia de frenado del trolebús, descrita en los puntos 8.1 “Sistema de Freno”, 8.1.1 “Freno Eléctrico Regenerativo”, 8.1.2 “Freno Eléctrico Reostático” y 8.1.3 “Freno Mecánico” de la presente especificación, el equipo de control de circuito de potencia, deberá proporcionar una respuesta rápida al mínimo desplazamiento del pedal. La activación del sistema de frenado y la fuerza de frenado deberá ser acorde a la intensidad con que se presione el pedal.

El equipo de control del circuito de potencia, en todo momento deberá dar prioridad a la señal que genere el transductor de frenado y descartar la señal de aceleración en caso que ambos pedales fueran activados simultáneamente.

Los transductores deberán ser lo suficientemente robustos para evitar errores, interferencias o variaciones a causa de vibraciones producidas durante el funcionamiento del trolebús.

La lógica de control debe interpretar la señal proveniente del transductor de aceleración para transmitir el aumento de velocidad acorde al desplazamiento del pedal, considerando que si no hay desplazamiento la orden de marcha no se generará y el desplazamiento máximo indicará la velocidad máxima del trolebús, el incremento de velocidad deberá ser de forma gradual para evitar esfuerzos que produzcan daños en los elementos del trolebús (flecha cardan o transmisión, diferencial, neumáticos, motor, estructura, etc.).

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



El incremento gradual de velocidad deberá ser un parámetro el cual se podrá ajustar mediante el software del equipo de control de circuito de potencia para evitar los daños antes mencionados.

#### 7.3.6.4 EQUIPO DE POTENCIA

El equipo de potencia estará alimentado con una tensión de entrada de 600 VCD con rango de funcionamiento entre 420 – 750 VCD, el inversor trifásico del motor operará de acuerdo a los valores de corrientes de los equipos propuestos. La caja del equipo deberá garantizar la estanqueidad y los equipos electrónicos deberán contar con ventilación forzada y con ductos de recirculación para ventilación natural en el compartimiento del equipo de tracción.

Los semiconductores de potencia deberán ser del tipo IGBT's (Insulate Gate Bipolar Transistor) de última generación o de tecnología superior. El sistema de enfriamiento (por radiación y ventilación forzada) deberá ser confiable y de fácil mantenimiento para asegurar el funcionamiento normal de estos dispositivos en régimen normal y de sobre carga.

“El Licitante” deberá incluir en su Propuesta Técnica las características de todos los semiconductores de potencia instalados en el trolebús, en cada caso se indicará al menos los siguientes datos:

- Función, tipo y fabricante del semiconductor.
- Características de tensión – corriente.
- Tiempo de respuesta (Turn - Off) de los semiconductores.
- Características de sobrecarga intensidad – tiempo.

No se permite la utilización de dispositivos de diseño especial en montaje, encapsulado y características eléctricas.

Todo el equipo de potencia, con excepción de las resistencias de frenado irán alojados en contenedores metálicos fabricados en acero inoxidable, con cableado interno y listo para operar, dichos contenedores deberán estar montados en la parte trasera del trolebús o de bajo la plataforma y deberán ser construidos de tal forma que los componentes y equipos alojados en él, sean de fácil acceso para realizar actividades de revisión, mantenimiento y reparación, sin necesidad de que tenga que ser retirado del trolebús.

Para efecto de mantenimiento las tapas de los contenedores o compartimientos, deberán estar acorde al punto 6.3.4 “Compartimiento de Sistemas y Mecanismos” de esta especificación.

Para el filtrado del aire, no se permitirá el empleo de filtros recambiables (lanas, filtros de aceite, etc.) se deberá dar preferencia a filtros mecánicos del tipo autolimpiables, que permitan un alto grado de filtraje de polvo y suciedades contenidos en el aire de enfriamiento.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



“El Licitante” deberá presentar en su Propuesta Técnica la distribución de los equipos en la carrocería del trolebús.

El equipo de tracción contará con un filtro de línea del tipo LC, que atenuará las perturbaciones que presenta la alimentación proveniente de la catenaria, evitando las demandas bruscas de corriente y tensión, limitando la corriente por falla.

La inductancia del filtro de línea dispondrá de fijaciones que no permitan transmisión de vibraciones a la carrocería, el aislamiento será clase G y estará adecuadamente ventilada para su correcta operación.

### 7.3.6.5 RESISTENCIAS DE FRENADO

La resistencia de frenado deberá ser prevista para servicio permanente, para aquellos casos en que el frenado electrodinámico regenerativo no sea permitido, enviándose la energía de frenado a éste elemento para su disipación, las resistencias deberán contar con ventilación natural.

Los componentes resistivos que integran este elemento deberán ser modulares y fácilmente desmontables para su mantenimiento, dichos módulos podrán ser instalados en el techo del trolebús. La ubicación de las resistencias de frenado deberá garantizar el aislamiento térmico a los equipos adyacentes y al habitáculo.

### 7.3.6.6 CONVERTIDOR AUXILIAR “CONV”

El convertidor estará alimentado con una tensión de entrada de 600 VCD con rango de funcionamiento entre 420 – 750 VCD, y proporcionará una tensión de salida trifásica de 127 - 220 VCA, eficaz  $\pm 10\%$  y frecuencia de 60 Hz, cuatro tomas de tensión monofásica de 127 VCA / 60 Hz, deberá contar con otra salida para abastecimiento de “BT” y carga de baterías de 26.1 VCD  $\pm 0.5$  como valor nominal, la potencia entregada deberá ser un 30% mayor como mínimo, a la demanda utilizada por el total de los equipos que se instalarán. Los semiconductores de potencia deberán ser del tipo IGBT’s de última generación o de tecnología superior, “El Licitante” deberá incluir en su Propuesta Técnica, las características, modelo y marca de los semiconductores propuestos para este equipo. El sistema de enfriamiento del convertidor deberá ser por medio de convección natural. Deben cumplir con la norma de estanqueidad vibraciones e inducción electromagnética con fibra óptica y/o en su caso con cable de cobre con pantalla y cumplir con las normas EN-V50124-1; ENV50121 -3-2; EN-60076-10. Los módulos o equipos deben ser montados sobre guías deslizantes para facilitar su mantenimiento. Este equipo deberá ser instalado preferentemente en la parte trasera del trolebús.

La línea elevada presenta intervalos de líneas sin voltaje y paso de quebradoras, por lo que el equipo electrónico del Convertidor deberá detectar zonas sin tensión de catenaria (Bajo Voltaje) para mantener al convertidor temporalmente en modo durmiente. Una vez que la

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



tensión de catenaria se recupere debe continuar su funcionamiento. El nivel máximo de ruido acústico del convertidor deberá ser menor o igual a 75 dBA.

El convertidor deberá contar con un sistema de diagnóstico de fallas, el cuál debe señalar la falla del equipo en el tablero de instrumentos y control y desplegar la memoria de incidencias, datos de operación, programación de registros para análisis de fallas, test de equipos on-line. Se podrá conectar un dispositivo portátil (laptop) para entablar comunicación con el convertidor y poder extraer los datos o registros de las fallas almacenadas. La comunicación será a través de un puerto USB 2.0 o superior, y podrá monitorearse en tiempo real el equipo del convertidor obteniendo gráficas de los parámetros.

Dentro del alcance del proyecto “El Licitante” adjudicado deberá proporcionar la documentación y capacitación, referente a los procedimientos de manejo de software para la extracción de datos, así como considerar la entrega de un equipo portátil (laptop) por cada 10 equipos embarcados y respaldo de software necesario para la extracción de los datos, debidamente provista, interfaces necesarias, licencias y configuraciones necesarias para su uso e instalación del software para el sistema de diagnóstico de fallas del convertidor.

Se deberá garantizar el arranque del convertidor con una tensión de baterías mínima de 17 VCD.

El convertidor debe contar como mínimo con los siguientes sistemas de seguridad y protección:

- Aislamiento galvánico de las líneas de salida respecto a los circuitos de alta tensión.
- Protección contra sobrecarga en las líneas de salida.
- Protección contra falla del sistema de enfriamiento o temperaturas elevadas.

El convertidor deberá contar con una protección de respuesta extrarrápida, rearmable y de fácil mantenimiento, en caso de alguna falla al interior en alguno de sus componentes. No se aceptará la protección con fusibles o dispositivos de protección que requieran material de consumo.

No se permitirá la utilización de dispositivos de diseño especial en montaje, encapsulado o características eléctricas.

“El Licitante” adjudicado proporcionará e instalará un banco de pruebas con las características adecuadas para probar el Convertidor Auxiliar del modelo de trolebús ofertado, dicho banco de pruebas servirá como herramienta de apoyo para labores de mantenimiento correctivo, revisión y calibración de los equipos.

## 7.4 SISTEMAS DE BAJA TENSIÓN “BT”

### 7.4.1 BANCO BATERÍAS DE “BT”

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Para asegurar la alimentación de “BT” (Baja Tensión) a los circuitos de control y mando de los diferentes equipos, se empleará un banco de celdas recargables de tecnología Níquel – Cadmio o de tecnología superior , con capacidad para mantener funcionando los circuitos de “BT” durante un tiempo mínimo de 30 minutos, este conjunto entregará una tensión nominal de 24 VCD, cuando esté en funcionamiento y conmutará al estado de flotación cuando el “CONV” entre en operación, se deben incorporar los dispositivos de detección de alto y bajo voltaje en el banco de baterías así como un interruptor de protección y aislamiento para las condiciones anormales de operación.

Cada celda de batería deberá estar equipada con una tapa de ventilación que prevenga la flotabilidad, al permitir el escape de los gases generados durante el proceso de carga. Asimismo, esta tapa deberá prevenir flamas o chispas eléctricas hacia la celda a fin de evitar explosiones por contacto chispa-gas. El contenedor de la celda deberá ser de un halógeno libre e ignífugo (plástico opaco resistente a golpes).

### 7.5 FUENTE DE RESERVA “FR”

La fuente de reserva “FR”, es un sistema conformado por equipos que permitan almacenar energía eléctrica y liberarla como voltaje de alimentación solamente en ausencia de voltaje en la catenaria. La fuente de reserva permitirá al trolebús desplazarse una distancia mínima de 10 Km sin estar conectado a la catenaria (Autonomía a 4/4 de carga de pasajeros). “El Licitante” deberá presentar una opción viable para que el trolebús tenga la Autonomía mencionada respetando las dimensiones y pesos establecidos en el punto 2.1 “Dimensiones y Pesos” de la presente especificación, en la Propuesta Técnica deberá indicar la Autonomía propuesta en Kilómetros/Peso (km/kg).

La fuente de reserva “FR” será utilizada como fuente de energía secundaria, deberá estar permanentemente cargada en modo flotante para actuar en ausencia de la fuente primaria que se obtiene de la catenaria.

Si por alguna circunstancia de fuerza mayor, la Fuente de Reserva “FR” quedara fuera de servicio, esta condición no debe impedir que el trolebús quede inmovilizado, tendrá la capacidad de operar de forma continua con la alimentación primaria (catenaria).

La fuente de reserva “FR” debe estar compuesta como mínimo de los siguientes equipos:

#### 7.5.1 BANCO DE BATERÍAS DE “FR”

Un banco de baterías de Ion – Litio o equivalente, con la potencia suficiente de alimentar a todos los sistemas eléctricos y electrónicos que integran el trolebús, con una capacidad para recorrer una distancia mínima de 10 Km a 4/4 de carga de pasajeros (en las condiciones de operación, geológicas y de tráfico en la Ciudad de México).

“El Licitante” deberá asegurar que la tecnología utilizada para el “FR”, proporcione la capacidad de rendimiento (trolebús recorra una distancia mínima de 10 Km a 4/4 de carga

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



de pasajeros) evitando incrementos de temperatura (en funcionamiento normal y durante carga) que pongan en riesgo la seguridad de los pasajeros y la unidad.

“El Licitante” deberá presentar en su Propuesta Técnica la forma en que se conformarán el o los bloques de baterías, asimismo, deberá presentar la ubicación en dónde se pretende instalarlos y deberá indicar la característica de cada bloque (dimensiones, número de baterías, peso, voltaje de bloque, etc.) según sea el caso. “El Licitante” deberá incluir en su propuesta técnica la información de las baterías (garantía, número de ciclos de carga y descarga, tiempo de recarga, tiempo de vida útil, tipo de mantenimiento, manejo de residuos, etc.).

Cada celda de batería deberá estar equipada con una tapa de ventilación que prevenga la flotabilidad, al permitir el escape de los gases generados durante el proceso de carga. Asimismo, esta tapa deberá prevenir flamas o chispas eléctricas hacia la celda a fin de evitar explosiones por contacto chispa-gas. El contenedor de la celda deberá ser de un halógeno – libre e ignífugo (plástico opaco resistente a golpes).

### 7.5.2 CARGADOR DE “FR”

El cargador “FR” tendrá que realizar las siguientes funciones:

- La función principal es proporcionar y controlar el voltaje de carga para el Banco de Baterías “FR”, deberá mantener en todo momento el voltaje de flotación en el banco de baterías para asegurar su disponibilidad.
- Siempre deberá mantener vigilado el nivel de carga en el Banco de Baterías “FR”, para evitar daños a éste por sobrecargas.
- Se alimentará con 600 VCD, a través de una derivación, se deberá considerar integrar para uso exclusivo de este sistema una protección contra corto circuito y sobre tensiones en línea (disyuntor).
- A través de su alimentación deberá generar el voltaje de carga al Banco de Baterías “FR”.
- El Cargador “FR” deberá proporcionar señalización que le permita al operador conocer el estado del equipo y del banco de baterías mientras se realiza la conducción del trolebús, la señalización mínima para el operador deberá ser la siguiente.
  1. Falla del Cargador “FR”.
  2. Nivel de Banco de Baterías “FR”.
  3. Banco de baterías “FR” sin energía.
- Cuando las pértigas se encuentren retraídas y el Conmutador de Baterías “FR” se encuentre cerrado, el cargador de “FR” recibirá energía a través del Frenado



Eléctrico Regenerativo Dinámico, la cual se deberá adecuar y controlar para mantener el nivel de carga en el Banco de Baterías “FR”, tomando las medidas necesarias para evitar daños a este por sobrecargas.

### 7.5.3 CONMUTADOR DE BATERÍAS DE “FR”

El conmutador es un selector de posiciones (ON/OFF OFF/ON) y su función principal de este dispositivo es permitir o impedir el flujo de energía del Banco de Baterías “FR” hacia la alimentación de todos los sistemas eléctricos que integran al trolebús, es necesario resaltar que la alimentación deberá ser antes de los disyuntores para que estos equipos puedan seguir funcionando con protección contra corto circuito.

Para que el Conmutador de Baterías “FR” entre en operación se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- El conmutador estará abierto, cuando se presente al menos una de estas condiciones:
  1. Las pértigas no se encuentran retraídas.
  2. El Banco de Baterías “FR” se encuentra descargado.
  3. El selector de operador no se encuentre en modo Fuente de Reserva “FR”.
  
- Conmutador estará cerrado cuando se presenten todas las condiciones:
  1. Las pértigas se encuentran retraídas y aseguradas.
  2. El Banco de Baterías de “FR” se encuentra con carga.
  3. El selector de operador se encuentre en modo Fuente de Reserva “FR”.

Este dispositivo deberá proporcionar señalización que le permita al operador conocer el estado del equipo mientras realiza la conducción del trolebús (Fuente de Reserva “FR” en operación).

### 7.6 REGISTRADOR DE EVENTOS

La unidad debe considerar un equipo electrónico con capacidad de memoria suficiente para registrar la secuencia de eventos sobre el comportamiento de diferentes sistemas del trolebús, así como el modo de operación del mismo.

El registrador de eventos registrará, grabará, desplegará y permitirá visualizar la información generada por la operación del trolebús ante cualquier cambio que ocurra en las señales que se encuentren conectadas, registrando la fecha y la hora en que ocurre dicho cambio además del valor que tienen las señales. Deberá disponer como mínimo de 32 entradas digitales, 6 entradas analógicas y 2 entradas de frecuencia.

El registrador deberá contar con un puerto de comunicación para configuración, diagnóstico y descarga de registros del tipo USB 2.0 o superior.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Esta información deberá ser registrada en la memoria de estado sólido, en donde el dato retenido será siempre el más reciente. La memoria no requerirá baterías de respaldo para mantener su información. Será capaz de almacenar un mínimo de 72 horas de información en cualquier condición de utilización del trolebús.

Asimismo, la frecuencia de grabación (eventos almacenados en la memoria) de las señales monitoreadas podrá ser configurable o ajustable por el STE, sobre la base de los siguientes intervalos de grabación: 100 ms, 500 ms, 1,000 ms y “fuera”. Este caso “fuera” se refiere a los canales que no tienen conectada alguna señal o se desea etiquetarlos como “disponibles”.

El software dispondrá de una opción para que el usuario pueda modificar los siguientes parámetros almacenados en el registrador de eventos:

- Fecha actualizada (día/mes/año).
- Hora actualizada (hora/minuto/segundo).
- Frecuencia de grabación de eventos (100 ms, 500 ms, 1,000 ms y fuera).
- Diámetro de las llantas.
- Número de trolebús (4 dígitos).
- Kilometraje acumulado (7 dígitos).
- Número de dientes de la rueda dentada (3 dígitos).

El registrador de eventos deberá cumplir al menos con una de las siguientes normas:

- IEEE P1482.1 draft standard for rail transit vehicle event recorder.
- IEEE STD 1482.1 – 1999 IEEE standard for rail transit vehicle event recorder.
- Normas europeas GM/RT2472, EN 50121, EN 50121-3-2, EN 50155 Para poder manejar, observar y analizar la información grabada en la memoria del registrador se utilizará una computadora portátil con sistema operativo en ambiente gráfico (Windows) de última generación.

Para llevar a cabo la obtención de dicha información, “El Licitante” adjudicado deberá proporcionar la documentación y capacitación, referente a los procedimientos de manejo de software, así como considerar la entrega de equipos portátiles (laptop) y respaldo de software necesario para la extracción de los datos, debidamente provista, interface, licencias y configuraciones necesarias para su uso e instalación.

## 7.7 SISTEMA DE AUXILIARES

Los trolebuses deberán contar con un dispositivo capaz de activar los servicios auxiliares, tales como alumbrado a pasajeros, alumbrado de emergencia, motocompresor, ventilación de habitáculo, puertas de acceso, alumbrado exterior, etc.

Este sistema deberá ser integrado de manera modular y estará dividido en los siguientes Subsistemas:

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



### 7.7.1 SUBSISTEMA DE ALUMBRADO

Controlará automáticamente el encendido y apagado del alumbrado. En caso de ausencia de alta tensión o falla del convertidor, el Subsistema esperará 90 segundos para que se restablezca el funcionamiento normal, de no ser así, se apagará el alumbrado normal quedando en operación alumbrado de emergencia.

### 7.7.2 SUBSISTEMA DE MOTOCOMPRESOR

Temporizará el arranque del motocompresor, 8 segundos después de detectar la alta tensión, siempre y cuando la presión de equilibrio se encuentre por debajo de su valor mínimo, no podrá reiniciar el ciclo de trabajo del compresor sin antes haber drenado en su totalidad los líquidos retenidos en las torres del secador, como protección del mismo contra sobrecalentamiento provocado por la ausencia de una fase en el motor del compresor, el subsistema comandará el paro automático del mismo. Además supervisará los rangos de trabajo de temperatura de los termostatos del interior del cuerpo y a la salida del motocompresor y en caso de que sobrepase la temperatura permitida, ordenará el paro del equipo.

### 7.7.3 SUBSISTEMA DE PUERTAS

Supervisará y emitirá las señales que energizan a los dispositivos que comandan la apertura y cierre de puertas y la supervisión de la operación de la rampa de acceso para personas con discapacidad en silla de ruedas, así como el censado del estado, enclavamiento, la señalización a usuarios y la correspondiente en el puesto de operación.

La apertura de puertas delantera y traseras podrán ser comandada de manera individual por el operador, el comando de apertura lo podrá realizar cuando el trolebús circule a una velocidad igual o menor a 5 Km/hr, una vez comandada la apertura de puertas, estas abrirán automáticamente cuando la velocidad del trolebús sea 0 Km/hr, al realizarse la apertura de puertas se bloqueará el trolebús y se dispondrá de un temporizador de 7 segundos que anule el cierre inmediato de puertas.

El operador al ordenar el cierre de puertas, el Subsistema emitirá señales tipo audible y visual para personas con discapacidad y usuarios, con duración de 3 segundos, estas indicarán que las puertas serán cerradas. Después de haber transcurrido este tiempo las puertas mediante un selector podrán ser cerradas y las señales se desactivarán al cierre total de puertas, se deberá considerar un botón para cancelar la orden de cierre de puertas, este deberá ser de fácil acceso para el operador y deberá colocarse junto al dispositivo para comandar el cierre de puertas.

El diseño del subsistema de puertas contempla la detección de obstáculos, el cual abrirá de manera automática al localizar un objeto en la trayectoria de cierre de puertas.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Este subsistema deberá permitir la reconfiguración de las velocidades y la duración de los tiempos de operación de puertas y alarmas. Dicha reconfiguración quedará restringida únicamente a personal de mantenimiento.

Para que la rampa de acceso pueda ser desplegada, primero se deberá asegurar que las puertas de acceso al trolebús se encuentren abiertas y cuando la rampa se encuentre desplegada las puertas no podrán ser cerradas, esta operación contará con la señalización visual y audible, conforme a lo establecido en el punto 3.1.1.1 “Rampa de Acceso para Personas con Discapacidad en Silla de Ruedas” de la presente especificación.

#### 7.7.4 SUBSISTEMA DE BUCLE DE SEGURIDAD

El propósito de este subsistema es supervisar que se cumpla con una serie de requisitos que garanticen una operación segura del trolebús.

Cuando no se cumpla con una de las condiciones de seguridad, se bloqueará el trolebús haciendo que disminuya la velocidad (si se encuentre en marcha) y se active el freno de estacionamiento de manera automática, el trolebús se desbloqueará automáticamente cuando las condiciones de seguridad se normalicen, o bien, se accione el selector de traspaso de bucle que inhibe esta supervisión y el freno de estacionamiento se desactivará de manera manual.

Las condiciones a supervisar son:

- Puertas cerradas.
- Vigilancia de presión de equilibrio, especificada en el punto 8.2.5 “Gobernador” de ésta especificación.
- Pértigas retraídas cuando el trolebús funcione con el sistema de fuente de reserva especificado en el punto 7.5 “Fuente de Reserva “FR”” de la presente especificación.
- Rampa de acceso para personas con discapacidad en silla de ruedas.

Se deberá asegurar que el selector de traspaso de bucle no se pueda accionar de forma accidental por el operador o algún pasajero. El acceso para la activación de dicho selector deberá estar restringido para uso exclusivo de personal de mantenimiento.

La operación del selector de traspaso de bucle deberá ser registrada mediante el equipo que se menciona en el punto 7.6 “Registrador de Eventos” de la presente especificación.

#### 7.7.5 SUBSISTEMA DE CONTROL DE VELOCIDAD

Se realizará una supervisión de la velocidad para lo cual se establecerá una velocidad máxima de servicio de 50 Km/hr, cuando la unidad sobre pase el límite establecido, deberá activarse una alarma audible y visual en el tablero de instrumentos, indicando la sobre velocidad al operador y la velocidad límite será configurable.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



### 7.7.6 LUCES DE TRÁNSITO, FRENADO E INTERMITENTES

Generará las señales de alumbrado exterior y los indicadores luminosos y sonoros mencionados en el punto 4.2 “Iluminación Exterior” de la presente especificación.

### 7.8 SISTEMA DE RETORNO NEGATIVOS

Todos los circuitos de “AT” y “BT” deberán asegurar su aislamiento galvánico de la estructura del trolebús. La tierra de los diferentes circuitos de “AT” y “BT” deberá efectuarse por medio de cables y llevados a un conjunto de barras de conexión de cobre estañado aislado de la estructura de la unidad, dicho cableado de retorno deberá conectarse con sus respectivos circuitos de “AT” y “BT”. Los circuitos trifásicos deben distribuirse utilizando cables de cuatro polos incluyendo el neutro y estarán aislados galvánicamente de la estructura de la unidad.

### 7.9 CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Para el diseño de los trolebuses se deberá considerar el armado de arneses de conductores eléctricos de forma independiente, clasificando los conductores e instalándolos por rutas separadas, los de alta tensión “AT”, los de corriente alterna “CA” y los de baja tensión “BT”.

Los conductores eléctricos a emplear serán provistos de un aislamiento que resista los ensayos de no propagación a la flama cuando son alcanzados por fuego, además de contar con una emisión de humo y opacidad reducida, las características adicionales serán acordes a las corrientes y tensiones de operación. Se recomienda utilizar como referencia las normas UNE EN 60332-1-2, SAE J 1128 y J 1292.

La integración de los arneses, conectores, pines, terminales, borneros y clemas deberá ser la misma para todos los trolebuses, respetando la cantidad, calidad y tipos de conductores, rutas de cableado y circuitos que la integran, de tal forma que la construcción sea homogénea para el lote completo.

Es necesario que existan líneas auxiliares o de reserva en todos los arneses, esto depende del número de hilos por circuito, cada grupo de cables deberá contener un número mínimo de 10% ó 2 cables de reserva (disponibles), lo que sea mayor, debidamente identificados.

Los conductores deberán apegarse a lo indicado en la norma UIC 895.

Los conductores utilizados en “AT” deberán cumplir con el aislamiento clase 3500 Vrms, 60 Hz, de acuerdo a lo establecido en la norma IEC 77

#### 7.9.1 IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Todos los hilos deberán estar identificados a todo lo largo de la superficie del forro aislante del conductor (a una distancia de 50 cm sin degradar las propiedades del aislamiento), los arneses, cables, conectores y clemas deberán estar identificados por una etiqueta (alfanumérico o numérico) y visible en cualquier posición, la identificación deberá ser

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



resistente a la manipulación y a los solventes. El material a emplear para identificación será del tipo PVC como mínimo.

La identificación, distribución, ubicación en clemas y equipos de los conductores en general deben ser las mismas del lote completo de trolebuses.

### 7.9.2 INSTALACIÓN DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS.

La instalación del cableado debe cumplir con lo siguiente:

- Los bornes de conexión deberán tener una sujeción adecuada acorde a las dimensiones del conductor, con la finalidad de evitar falsos contactos, el tipo de conexión para líneas de conducción de alimentación alterna, deberá ser de tipo atornillable, se deberá considerar un bornero por hilo, evitando insertar más de un hilo en el mismo bornero.
- Las conexiones que llegan a los distintos equipos deberán realizarse mediante tomas que facilite el acoplamiento rápido (enchufable).
- Para reparaciones eventuales deberá dejarse en cada conexión, una longitud suplementaria de por lo menos 12 cm en cada cable, que permita como mínimo 5 reconexiones sin la necesidad de recablear o de realizar empalmes.
- La disposición y guiado de los cables y ductos, así como su fijación, particularmente en la parte inferior del chasis, deberá realizarse mediante bridas aislantes y evitar que los cables entren en contacto con las aristas cortantes del chasis y tuberías.
- Todo cableado debe estar en ductos flexibles que garanticen la integridad de los mismos, excepto las acometidas a compartimientos, aparatos, etc. Estos ductos deben ser de materiales ignífugos e hidrófugos, no generadores de gases tóxicos o humos negros, y deben facilitar la inserción y reparación de los cables. Se deberá evitar que los ductos se coloquen en zonas cercanas a elementos rotativos tales como flecha cardan, ejes, motor, llantas, etc.
- Los cableados de los circuitos eléctricos de alta y baja tensión, así como los de los circuitos de seguridad y de comunicaciones deben ser totalmente independientes entre sí.
- No debe haber cables expuestos en ningún punto interior del habitáculo.
- Las canalizaciones deben situarse en la parte más conveniente de los trolebuses, de forma que sea relativamente sencilla la sustitución total o parcial del cableado. Se debe evitar cualquier posibilidad de roce de los cables con partes metálicas.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



- Las abrazaderas o elementos de fijación de los ductos y cableado no deben contener filos y aristas que dañen a los componentes que fijan.

### 7.9.3 ENGARZADO

El tipo de engarzado empleado debe cumplir con la Norma SAE J 561 y garantizar un buen contacto a pesar de las vibraciones propias de la unidad o los agentes químicos o ambientales que pueden entrar en contacto con los cables.

Las conexiones en el cableado de baja tensión deben hacerse con bornes de conexión rápida que garantice la sujeción adecuada acorde a las dimensiones del conductor. En caso de que algún equipo requiera conexión mediante terminal de ojillo, esta deberá ser aislada mediante mangas termocontráctiles. Los cables y sus terminales no deben verse sometidos a esfuerzos mecánicos.

## 8. SISTEMAS ADICIONALES

### 8.1 SISTEMA DE FRENO

El sistema de frenado deberá contar con sistemas ABS y ASR, tal que incremente la seguridad en la operación del trolebús, “El Licitante” deberá de especificar dentro de su propuesta técnica las características de los equipos que integrarán estos sistemas. Los sistemas ABS y ASR funcionarán como complemento del sistema de frenado del trolebús como se describe a continuación.

El frenado de servicio o normal en operación propuesto deberá presentar un buen funcionamiento y estará integrado por subsistemas a los que se les asignarán las siguientes prioridades:

#### 8.1.1 FRENO ELÉCTRICO REGENERATIVO

El freno eléctrico regenerativo dinámico deberá considerar la recuperación de energía de al menos del 30%, pudiéndose ajustar el valor de regeneración de acuerdo a las necesidades de la operación para la carga de Banco de Baterías de “FR”.

#### 8.1.2 FRENO ELÉCTRICO REOSTÁTICO

El freno eléctrico reostático deberá permitir la disipación de energía generada del frenado a través de un banco de resistencias cuando no sea posible el frenado regenerativo dinámico, éste freno reostático deberá ser capaz de disipar hasta el 100% de la energía generada cuando se demande un frenado máximo de servicio en plano horizontal y hasta 3/4 de carga. Para esto se deberá prever un sistema de ventilación natural que garantice el óptimo funcionamiento de las resistencias en condiciones extremas de operación.

#### 8.1.3 FRENO MECÁNICO

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



El freno mecánico deberá ser de tipo disco para las llantas delanteras y traseras, deberán ir montados en sus respectivos ejes, con accionamiento de las zapatas de freno por medio de cilindros neumáticos. Durante la operación normal y con los sistemas eléctricos de freno funcionando, su accionamiento debe ocurrir cuando la desaceleración alcance una velocidad igual a 7 Km/h, y a partir de ese límite su aplicación se mantendrá hasta detener el vehículo.

Las características fundamentales que debe cumplir el freno mecánico son:

- Mantenerse en estado de preparación para sustituir en forma automática y con transición gradual, el frenado eléctrico. En el caso de ausencia imprevista del freno eléctrico, el freno mecánico se accionará manteniendo el mismo valor de desaceleración.
- El frenado debe controlarse y actuar sobre todas las llantas del trolebús.
- El desgaste del freno debe compensarse con un ajustador de freno automático, según lo establecido en la norma FMVSS 121.
- La presión aplicada en los cilindros de freno se calculará como una función de carga del trolebús, de manera que el freno sea independiente de éste cuando la carga sea inferior a 4/4.
- Las maniobras de frenado serán rápidas.

#### 8.1.4 FRENO DE ESTACIONAMIENTO

El freno de estacionamiento es requerido para mantener a la unidad estacionado cuando se encuentre en una pendiente mínima del 18°. El freno deberá ser accionado fácilmente desde el lugar del operador donde se obtenga una señalización que le permita al operador conocer su estado. El tiempo de liberación del freno de estacionamiento debe ser menor a 0.8 segundos, a partir del accionamiento de liberación. Cuando es operado como freno de emergencia debe cumplir con la norma FMVSS 121 estando el trolebús a su carga total sobre pavimento seco, plano y horizontal.

#### 8.2 SISTEMA NEUMÁTICO

El sistema neumático será construido a partir de una red neumática de tubería única de la cual saldrán las ramificaciones para los diversos circuitos neumáticos. Cada circuito asegura su maniobra y protección por su correspondiente válvula de retención y grifo de aislamiento.

El aire comprimido alimentará al menos los siguientes sistemas:

- Freno neumático.
- Freno de estacionamiento.
- Suspensión.
- Puertas de acceso.

El sistema neumático deberá contar con dos terminales (toma rápida) para realizar transferencia de aire comprimido (acoplamiento neumático), éstas terminales deberán ser de

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



fácil acceso y deberán estar ubicadas una en cada extremo del trolebús, su función principal es proveer o recibir aire comprimido cuando el trolebús se quede sin aire debido a una falla del compresor, la conexión podrá ser entre trolebuses o de trolebús a vehículo de apoyo vial (grúa), la transferencia de aire se deberá realizar mediante una manguera flexible con tomas rápidas en sus extremos, la manguera deberá soportar la presión y deberá permitir el flujo de aire adecuado para que la transferencia sea en el menor tiempo posible, “El Licitante” deberá entregar mangueras suficientes para equipar a las cuadrillas del auxilio vial.

El sistema neumático, debe estar formado por los siguientes equipos:

### 8.2.1 GRUPO MOTOCOMPRESOR

La selección del conjunto motor-compresor debe satisfacer las condiciones de funcionamiento más severas de la unidad, y deberá cubrir una disponibilidad de 99% por tratarse de un elemento de seguridad y su mantenimiento preventivo debe ser sencillo y espaciado, con referencias de estar plenamente probado en sistemas de transporte de pasajeros.

Características de compresor:

- Fluido: Aire.
- Tipo: de Tornillo.
- Capacidad mínima: Acorde al diseño.
- Lubricación y enfriamiento a base de aceite mineral o sintético.
- Temperatura máxima de salida de aire comprimido: 20°C por arriba de la temperatura ambiente.

El motor eléctrico del compresor debe ser trifásico de inducción tipo jaula de ardilla para servicio pesado, con capacidad y régimen de operación suficiente para accionar al compresor de la unidad estando vacío o con presión de aire en los tanques de almacenamiento. Las características mínimas que debe satisfacer el motor son:

- Potencia mínima: Acorde al diseño.
- Armazón totalmente cerrado con ventilación exterior y dimensiones según norma IEC 60034.
- Clase de aislamiento F, seleccionado para operar con una elevación de temperatura para aislamiento Clase B.
- Régimen continuo de operación.
- Protección termomagnética del tipo ultrarápido.
- Tiempo de conexión admisible: 150%.
- Tiempo de conexión mínima: 30%.
- Tensión de operación: 220 VCA / 60 Hz con variaciones de voltaje de tensión de +25% y -30% de sus valores nominales.

### 8.2.2 SECADOR DE AIRE

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



El secador de aire deberá de ser del tipo regenerativo y proporcionar aire limpio y seco, estará constituido por dos torres una de filtrado y otra de secado, además deberá de contar con una válvula de purga y un tanque de regeneración, la cual permita la evacuación automática de condensados a la atmósfera en cada paro de compresor, considerando en su diseño la instalación de válvulas check con el fin de evitar contra presiones del tanque principal al secador y del secador al motocompesor.

Este deberá contar con las siguientes características:

Descripción	Dimensión
Fluido	Aire
Grado húmedo a la salida	10 – 20°C punto de rocío por debajo de la temperatura ambiente
Purgadores	A cada paro de motocompesor
Conexiones	Mangueras flexibles de alta presión

### 8.2.3 TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Los tanques deberán de operar en la zona de presión mínima nominal del compresor con capacidad de soportar sobrepresiones de hasta 200% de los valores nominales. En caso de falla del compresor, la capacidad de reserva de aire comprimido en los tanques debe asegurar el accionamiento del freno hasta la detención total del trolebús. Los tanques deberán de estar fabricados en aleación de acero inoxidable de calibre adecuado y que cumplan con los requisitos establecidos las normas SAE J10 y FMVSS-121.

Se deberá considerar varios tanques de almacenamiento para alimentar a los sistemas neumáticos tales como frenos, puertas, etc., “El Licitante” deberá mencionar en su propuesta la distribución, ubicación y aplicación de cada tanque propuesto.

### 8.2.4 TUBERÍAS Y ACCESORIOS

La tubería deberá ser de acero inoxidable y resistente a presiones altas, las cuales deberán cumplir con la norma AISI 201/410. Para el interior del habitáculo se podrán utilizar tubería flexible (deberán estar conforme a la norma UNE 25.289)

La fijación de la tubería al chasis se efectuará por medio de bridas. La distancia entre bridas y aparatos neumáticos deberá determinarse de tal forma que se eviten:

- Las vibraciones de las tuberías.
- Esfuerzos normales sobre uniones, aparatos y sus órganos de fijación.
- El golpeteo sobre estos elementos de las tuberías o de los aparatos a ellas unidos.

La disposición de mangueras flexibles debe ser de tal forma que se eviten rozamientos con elementos próximos, debido al movimiento del vehículo. Las líneas flexibles de aire deben cumplir con los requerimientos de la norma SAE J844 y debe instalarse de acuerdo con el siguiente código de colores:

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



- Verde: Frenos primarios y suministro.
- Rojo: Frenos secundarios.
- Café: Freno de estacionamiento.
- Amarillo: Señal del gobernador del compresor.

### 8.2.5 GOBERNADOR

La operación del gobernador será realizada por el Subsistema de Motocompresor, que se describe en el punto 7.7.2 “Subsistema de Motocompresor” de la presente especificación, la función principal es controlar al compresor para mantener una presión de equilibrio en el sistema neumático, dicha presión tendrá un valor máximo y mínimo.

La secuencia de operación se describe a continuación:

- Temporizará el arranque del motocompresor, 8 segundos después de detectar la alta tensión, siempre y cuando la presión de equilibrio este por debajo del valor mínimo, no podrá reiniciar el ciclo de trabajo del compresor antes de haber drenado en su totalidad los líquidos retenidos en las torres del secador.
- El paro del motocompresor, se realizará cuando la presión de equilibrio llegue al valor máximo, enseguida y de forma automática, se deberá drenar en su totalidad los líquidos retenidos en las torres del secador.
- El arranque del motocompresor, se realizará cuando la presión de equilibrio llegue al valor mínimo, y se asegure de que no existan líquidos retenidos en las torres del secador.
- El motocompresor deberá contar con una válvula de seguridad, la cual estará ajustada a una presión mayor al valor máximo de la presión de equilibrio y menor que la sobrepresión en los tanques de almacenamiento, esta válvula actuará de forma automática como desfogue para liberar presión, esto en caso de que el motocompresor por falla exceda el valor máximo de la presión de equilibrio.
- El sistema neumático deberá manejar una presión mínima de seguridad, esta presión deberá ser menor que la presión de equilibrio mínima y deberá asegurar el abastecimiento de aire para la activación de los equipos neumáticos del trolebús, cuando la presión en el sistema neumático sea menor que la presión mínima de seguridad, el trolebús se bloqueará, haciendo que disminuya la velocidad (si se encuentre en marcha) y se active el freno de estacionamiento de manera automática, esto aun cuando se encuentre activado el selector de traspaso de bucle y se restablecerá hasta que la presión en el sistema neumático supere la presión mínima de seguridad.

### 8.2.6 SEPARADOR DE ACEITE

Como complemento al sistema de aire comprimido, a la salida del motocompresor, se deberá contemplar el uso de un separador de aceite capaz de retener y expulsar del sistema las

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



partículas pesadas de aceite y agua, éste equipo deberá operar de forma automática a cada paro del compresor.

### 8.3 SISTEMA DE DIRECCIÓN

El sistema de dirección debe ser mecánico de tipo asistido hidráulicamente. Todas las características de la dirección, tanto geométricas como mecánicas, debe estar encaminadas a lograr excelente estabilidad direccional, un adecuado retorno a la trayectoria rectilínea y sobre todo, rapidez de respuesta al operador.

El diseño de los mecanismos auxiliares y articulados de la dirección, debe minimizar los efectos sobre la trayectoria del trolebús, debido a las variaciones y oscilaciones producidas por el camino sobre la suspensión.

La dirección debe permitir la maniobrabilidad de giro dentro de los límites especificados. El diseño de la dirección debe cumplir con los siguientes parámetros:

- La carrera total de la dirección de tope a tope no debe exceder de 7 vueltas del volante.
- Todas las articulaciones del sistema deben ir debidamente protegidas contra el agua, lodo u otros agentes nocivos. Al mismo tiempo, deben presentarse una adecuada retención de grasa lubricante, encontrándose cubierta para evitar el contacto con el operador.

“El Licitante” adjudicado proporcionará e instalará un sistema para alineación y balanceo de llantas con las características adecuadas para alinear y balancear las llantas de los trolebuses, dicho banco de pruebas servirá como herramienta de apoyo para labores de mantenimiento preventivo, correctivo, revisión y calibración.

### 8.4 SISTEMA DE SUSPENSIÓN

Las suspensiones delantera y trasera serán neumáticas, la capacidad de las suspensiones deberá cubrir el peso bruto vehicular requerido y deberá cumplir con las siguientes características:

- El sistema básico de la suspensión debe durar por lo menos la mitad de la vida útil del trolebús. Los puntos de ajuste deben minimizarse. Los ajustes necesarios deben efectuarse fácilmente sin necesidad de desmontar o desconectar componentes.
- La frecuencia propia de la suspensión debe ser entre 1 y 1,6 Hz.
- Los efectos de aceleración y desaceleración del trolebús deben ser amortiguados por la suspensión y no deben dar paso a su amplificación.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



- Los dispositivos de estabilización deben atenuar las inclinaciones en curva y evitar fenómenos de galope, resonancia, brincoteo y cabeceo, así como las vibraciones secundarias residuales de frecuencia relativamente elevada a nivel de las uniones entre las masas suspendidas y no suspendidas.
- Las unidades deben inclinarse hasta 35° con respecto a la vertical sin voltearse.
- Las suspensiones puede, opcionalmente, tener incorporado un sistema sensor de carga en los ejes que por el accionamiento de una alarma sonora u óptica, o ambas, advierta al conductor que las condiciones de carga máxima de la unidad han sido sobrepasadas. En éste caso, las señalizaciones deben incluirse en el tablero de instrumentos del área del operador y registrador de eventos.
- La localización de todos los elementos de las suspensiones deben proporcionar fácil acceso para su mantenimiento óptimo, además de poder corregir las fallas presentadas por los impactos ocasionados por proyectiles lanzados por las ruedas.
- Asegurar la estabilidad de la unidad mediante la nivelación permanente de la carrocería y el contacto constante de las llantas con el pavimento.
- Las uniones de los elementos de las suspensiones con la estructura o con otras partes de la unidad, no deben tener contactos rígidos directos.
- La selección de las llantas y del sistema de suspensión debe satisfacer la altura máxima de piso a suelo de 960 mm con la unidad vacía y medida en la zona de ascenso de los pasajeros. Las llantas deben ser del tipo radial y de fácil adquisición en el mercado nacional.
- Las llantas deben utilizar rines para disco, “El Licitante” debe suministrar información técnica suficiente sobre las características de los rines a instalar, así como de los materiales y normas de diseño, disponible en el mercado nacional.
- La suspensión contará con un sistema de elevación y control de altura, el cual será manipulado por el operador, cuando este sea operado, se deberá disponer de una alarma audible y otra visual perceptibles en el interior de la unidad.

### 8.5 SISTEMA DE TRANSMISIÓN (CARDÁN Y DIFERENCIAL)

Debe garantizarse la integridad y robustez del sistema en todas las condiciones de operación (aceleración y frenado), atendiendo con seguridad los requisitos de funcionamiento del trolebús.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Además, debe contar con una protección metálica tipo “U”, que impida que en caso de desprendimiento de la flecha de transmisión ésta golpee el suelo, evitando así que se incruste en el pavimento.

Se deberá considerar utilizar un Diferencial capaz de resistir los esfuerzos de tracción y frenado y que permita suavizar el par de arranque.

La localización de los elementos de la flecha cardán y del eje trasero debe permitir la libertad de movimiento completo de la suspensión.

Su construcción debe ofrecer una larga vida útil con mínimo mantenimiento y “El Licitante” deberá asegurar que el diferencial propuesto cumple con la fiabilidad solicitada en el punto 12.1 “Fiabilidad”, dicho parámetro deberá ser incluido en la Propuesta.

La relación de los engranes del diferencial debe conservar la velocidad de rotación del motor de tracción dentro de sus márgenes normales de operación con base a las curvas típicas de comportamiento entregadas por el constructor.

De preferencia deben contar con mirillas de aceite o algún otro elemento que facilitan la inspección rutinaria de niveles, así como con un tapón de fondo magnetizado, a fin de atraer residuos y/o rebabas metálicos.

### 8.6 SONORIZACIÓN

Las funciones que debe soportar el sistema y que dicha central será capaz de llevar a cabo son las siguientes:

Anuncio de estaciones.- Con base en la localización del trolebús, el sistema procederá a emitir los mensajes acústicos que informen a los pasajeros de datos relevantes sobre el servicio del trolebús. Por ejemplo; próxima parada, correspondencia, etcétera.

Tono de puertas.- Reproduce un tono en todos los altavoces del trolebús al habilitarse las puertas y en la salida de las estaciones.

Comunicaciones de mensajes acústicos pregrabados.- Consiste en la reproducción de mensajes de audio pregrabados comandados por el operador. Dichos mensajes son reproducidos a través de la megafonía del trolebús en el habitáculo.

Comunicaciones de megafonía manual.- Permite la comunicación acústica unidireccional del operador al habitáculo.

Música ambiental.- Permite la emisión de música a través de la megafonía del trolebús.

Música .- Permite la emisión de música a través de un dispositivo externo mediante conexión USB, RCA, HDMI.

## 9. INFORMÁTICA EMBARCADA

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



## 9.1 CONCEPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL Y MANDO

La arquitectura del sistema de control y mando del trolebús deberá integrar un sistema de diagnóstico y de ayuda al mantenimiento, considerando los siguientes aspectos:

- Utilización de circuitos específicos y líneas de trolebús para la realización de las funciones de seguridad.
- Aplicación de tecnología informática, utilizando como enlace un sistema de comunicación distribuido para la realización de las funciones que no corresponden a la seguridad e incluyendo las funciones de ayuda al mantenimiento.

La arquitectura y el equipo informático a bordo, deben asegurar que el sistema pueda escalarse de manera que sea posible efectuar fácilmente modificaciones y extensiones de las aplicaciones. A nivel del trolebús, debe preverse una reserva mínima del 20% para las señales lógicas y analógicas.

El sistema informático a bordo del trolebús será utilizado para:

- Monitoreo de la conducción y operación.
- Controlar y/o monitorear los equipos auxiliares.
- Registro de parámetros, fallas, etc.

El sistema informático garantizará la independencia en el control de las funciones críticas y de seguridad para el funcionamiento del trolebús, de manera que la disponibilidad del conjunto no se vea afectada si llega a producirse una avería en uno de los componentes de dicho sistema informático.

En caso de cualquier avería del sistema, este no afectará la seguridad, el control, ni la conducción del trolebús.

Las funciones que no están directamente relacionadas con la seguridad, ligadas a condiciones imprescindibles para asegurar la operación de la unidad en condiciones degradadas, podrán efectuarse a través del propio sistema informático, o bien ponerse en servicio de manera forzada en caso de avería de este sistema.

“El Licitante” adjudicado deberá incluir en su Propuesta Técnica, la información que permita evaluar el sistema de todas las funciones de mando, control, monitoreo, señalización y ayuda al mantenimiento que serán procesadas a través del sistema de informática embarcada sin que se vean afectados los circuitos de seguridad. Asimismo, incluirá las características del hardware del sistema.

El equipo de informática embarcada, deberá ser tecnología de vanguardia, “El Licitante” adjudicado deberá precisar las características del mismo.

## 9.2 CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



El sistema de informática embarcada tendrá las siguientes características:

- Monitoreo y control de los eventos generales en el trolebús sin afectar la seguridad.
- Almacenar en memoria los eventos de al menos 30 días sobre la operación del trolebús con indicación de la fecha y hora.
- Almacenar con fecha y hora en memoria las condiciones presentadas en intervalos de 100 ms.
- Comunicación con los demás equipos informatizados a bordo, a través de una red (sistema centralizado de información y sistemas de ayuda al mantenimiento de los equipos principales del trolebús), tales como: Registrador de Eventos, Grupo Motocompresor, Convertidor Estático, Sistema de tracción/frenado, Ventilación, Sistema de Antibloqueo, Sistema de Puertas, entre otros. Se deberá cumplir con la Norma IEC 61375-1, también conocida como MVB (Multifunctional Vehicle Bus) o equivalente. Además, contará con interfaces seriales, USB 2.0 o superior para extracción de datos con posibilidad de consultar el registro histórico de fallas.
- Efectuar autopruueba y diagnóstico del sistema.
- Contar con señalización de fallas propias del sistema.
- Todas las fallas que le reporten a la informática embarcada los diferentes sistemas del trolebús se deben presentar en el área del operador con una alarma acústica de intensidad y duración ajustable y una descripción clara y breve de la falla, con indicaciones al operador respecto a las acciones a tomar según la falla presentada. Asimismo, se deberán presentar en el tablero todos los señalamientos de avería o estado del trolebús que se consideran en la caja de señalización.
- Las tarjetas y elementos no deberán ser dañados o degradados por los componentes atmosféricos del medio ambiente.
- El sistema que se implemente deberá estar en operación en algún sistema de transporte de pasajeros.

A fin de que las fallas que se presenten en el sistema de control informático no afecten la continuidad del servicio ni la operación del trolebús, “El Licitante” adjudicado deberá incluir en su diseño las redundancias en los buses de comunicación, así como en cualquier otro equipo informático que “El Licitante” adjudicado considere crítico.

Las funciones de seguridad (por ejemplo: tracción/frenado y operación de las puertas) estarán efectuadas por líneas de trolebús que no dependan directamente del sistema de informática embarcada, pero que conozcan las condiciones de operación de las mismas para su señalización, registro y monitoreo.

Por medio de la señalización en el puesto de operación o del uso de algún monitor y/o un equipo portátil podrá realizarse lo siguiente:

- Simulación de señales de entrada y salida.
- Monitoreo del estado de las salidas.
- Efectuar autopruueba para verificar el funcionamiento general del equipo.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



- Extraer los datos almacenados en las memorias del sistema mediante un puerto serial USB 2.0 o superior.
- Señalizar averías del mismo.
- Visualizar información en tiempo real de la operación del trolebús de todos los parámetros monitoreados, así como a través de una computadora portátil mediante puertos USB 2.0 o superior.
- Presentación oportuna y sencilla de los datos para facilitar la interpretación de los mismos y así ayudar al mantenimiento correctivo del trolebús (presentando los parámetros de las señales y desplegando el comportamiento de las señales de manera grafica).
- Preparación automatizada de reportes de la operación a partir de los datos almacenados.
- Búsqueda de eventos específicos determinados a partir de funciones lógicas de las señales registradas.
- Facilidad de exportación de datos a hojas de cálculo de Excel para elaboración de reportes estadísticos.

El sistema tendrá incorporado un programa de autoprueba que se ejecutará al encender el equipo. La interrupción de la alimentación eléctrica, no deberá provocar consecuencia alguna en su funcionamiento, por lo que al normalizarse reanudará en forma automática su operación y mantendrá en memoria los eventos registrados.

El equipo contará con protecciones internas en caso de que la tensión de alimentación o de que las señales de entrada sobrepasen su valor máximo. La corriente demandada será nula cuando el trolebús se encuentre apagado.

Cuando se realicen las actividades de mantenimiento y se desconecte la batería del trolebús, la información almacenada en el equipo deberá ser asegurada a través de batería de respaldo, la vida útil de ésta no será menor de 5 años, debiendo señalar en la pantalla su requerimiento de cambio con al menos un mes de anticipación.

### 9.3 FUNCIONES AUXILIARES INTEGRADAS A LA INFORMÁTICA

Las funciones de operación y control que a título indicativo pero no limitativo, deben ser integradas en el sistema de informática embarcada incluirán las siguientes funciones, más las que el "El Licitante" adjudicado considere convenientes, a fin de optimizar el uso de este equipo en los términos establecidos en esta especificación técnica y puestas previamente a consideración del STE:

Función	Atribución
Ventilación	Encendido y apagado
Freno de estacionamiento	Accionamiento manual.
Retracción de pértigas	Accionamiento de elevación y descenso.
Accionamiento de compresor	Administración de compresor
Reactivación de Disyuntor	Accionamiento manual.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



**NOTA:** Cada vez que se ejecute alguno de los comandos indicados en la tabla a través de la informática embarcada, estas acciones del operador deben quedar registradas.

Las funciones de supervisión de la operación, que a título indicativo pero no limitativo deben ser consideradas en el sistema de informática embarcada incluirán los siguientes equipos:

Sistema de tracción/frenado	Convertidor Estático
Sistema de puertas	Motocompresor
Sistema neumático	Freno de estacionamiento
Sistema de alarmas visual y sonoras	Timbres
Registrador de eventos	Sistema de dirección
Conducción	Conmutadores de trolebuses.
Sistema de antibloqueo	Ventilación.
Carga de baterías de respaldo	Pértigas
Suspensión	Sistema de Video información, etc.

Estas funciones deberán ser acordadas durante la etapa de revisión de diseños.

- **Características de la Red Informática del trolebús**

Los trolebuses contarán con una red informática de vanguardia, basada en tecnología de sistemas abiertos.

La red permitirá su interconexión para extracción de datos y monitoreo a través de computadoras portátiles, por medio de puertos USB 2.0 o superior, instalados en los equipos locales de la informática embarcada de cada trolebús.

El sistema de interconexión estará basado en un cableado que permita tener un BUS redundante de comunicación de alta velocidad mayor o igual a 1.5 Mbps, que garantice la funcionalidad satisfactoriamente. La red debe poseer alta capacidad de desempeño, fiabilidad, modularidad y escalabilidad.

El sistema operativo de la red deberá permitir trabajar con los diversos programas individuales de comunicación que existan en cada uno de los equipos informáticos que se interconecten a la red.

- **Características de la Información en el Puesto de Operación**

La información obtenida a través de la red a bordo del trolebús se presentará mediante representaciones gráficas y mensajes de texto amigables al operador y al personal de mantenimiento. Los datos disponibles y utilizados por el sistema se procesarán con el propósito de obtener:

- La información de las averías presentadas en la unidad.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



- Ayuda en la operación en todos los casos de avería.
- La información sobre el estado del trolebús.
- La información al personal de mantenimiento para facilitar el diagnóstico y reparación.

El formato y contenido de la información presentada, será motivo de un acuerdo entre “El Licitante” adjudicado y el STE, durante la fase de revisión de diseños.

#### 9.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS PORTÁTILES.

Para la obtención de la información registrada en los equipos informáticos del trolebús, será necesario el suministro de 11 equipos portátiles. Estos equipos deberán contener el software de los equipos informáticos embarcados con sus respectivas licencias de uso. Las características se determinarán en su oportunidad con “El Licitante” adjudicado.

#### 9.5 SOFTWARE DE ANÁLISIS DE DATOS

“El Licitante” adjudicado, deberá proporcionar toda la información que el STE requiera del software de análisis.

Todo el software de este proyecto así como sus respectivos manuales deberán estar totalmente en español.

“El Licitante” adjudicado deberá entregar al STE las licencias de uso de todo el software.

“El Licitante” deberá proporcionar, a la entrega de los equipos de servicio portátil, el software para el control del equipo para el análisis de los registros, el de comunicación con los equipos portátiles y el desarrollado para comunicarse con los demás equipos informáticos embarcados.

“El Licitante” adjudicado deberá proporcionar los equipos de servicio portátil a la firma del Acta de Recepción Provisional del primer trolebús.

Además deberá entregar todos los programas de usuario, manuales de capacitación, interfaces necesarias y las licencias de uso correspondientes, conforme a los requerimientos establecidos en el punto 10.6 “Entrega de Documentos” de la presente especificación.

#### 9.6 AYUDA AL MANTENIMIENTO

El objetivo es permitir la puesta en operación del trolebús dentro de los plazos más breves gracias a un diagnóstico de la avería de primer y segundo nivel de intervención de mantenimiento correctivo, por lo que en el dispositivo del puesto del operador y en el equipo portátil se podrá consultar la información ya clasificada de cada avería (no presentarlos en forma de códigos).

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Durante la operación, algunos sistemas ejecutarán una supervisión de los equipos que los componen y producirán mensajes de mantenimiento. El sistema de ayuda al mantenimiento permitirá homogeneizar y centralizar estos mensajes. En el transcurso de la operación, un operador podrá ejecutar las indicaciones correspondientes a una recomendación que le haya sido notificada por la informática embarcada derivada de una avería y/o comportamiento del trolebús.

Al presentarse una avería o falla el personal de mantenimiento podrá a partir de una terminal en el puesto del operador, consultar los datos durante la operación en tiempo real o durante las pruebas funcionales a equipos y consultar sus resultados, lo anterior también se podrá realizar a través de una computadora portátil conectada.

## 10. ESTUDIO Y APROBACIÓN DEL PROYECTO PRELIMINAR

“Los Participante” deberán presentar en su Propuesta Técnica un programa preliminar en Grafica de Gantt del proyecto considerando al menos las siguientes fases:

- Firma del Contrato (Inicio)
- Revisión de diseño
- Fabricación de trolebús cabeza de serie
- Pruebas a trolebús cabeza de serie
- Fabricación en serie
- Pruebas a trolebuses en planta
- Elaboración del Acta de Autorización de Embarque
- Traslado de trolebuses
- Elaboración de Acta de Inspección de llegada de trolebuses al STE
- Acondicionamiento de trolebuses
- Pruebas a considerar
- Entrega de Documentos
- Capacitación
- Pruebas en línea sin usuarios
- Pruebas en Línea (en servicio)
- Firma del Acta de Recepción Provisional (recepción de trolebuses)
- Garantía normal
- Garantías Particulares
- Firma del Acta de Recepción Definitiva (fin de proyecto)

Las fases antes mencionadas son indicativas y no limitativas, “Los Participante” deberán incluir las fases que considere necesarias e indicar los tiempos estimados para cada etapa, así mismo deberá contemplar la entrega de un trolebús cabeza de serie para la realización de pruebas antes de iniciar la producción en serie. En el apéndice “F” se muestra un ejemplo como referencia.

### 10.1 DOCUMENTOS TÉCNICOS REQUERIDOS

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Los documentos que deben ser elaborados y entregados al STE por “El Licitante” adjudicado durante las fases de revisión de diseños y fabricación, están clasificados en tres categorías:

1. **Primera Categoría:** Documentos de detalle.
2. **Segunda Categoría:** Documentos relativos a los equipos completos, estudiados y suministrados por fabricantes especializados.
3. **Tercera Categoría:** Documentos necesarios para la operación y mantenimiento de los trolebuses y sus componentes.

**Primera categoría:** Documentos de detalle.

Comprende:

- a) Una lista general de partes detalladas de todas las piezas, equipos y aparatos comprendidos dentro de la construcción.
- b) Una colección completa de planos de sujeción.
  - Planos de conjuntos generales y particulares.
  - Planos de montaje de aparatos o de grupos de aparatos interdependientes.
  - Planos generales de construcción y dibujos de detalles correspondientes.
  - Diagramas funcionales de la instalación neumática y planos de tubería.
  - Diagramas de cableado, pasaje de cableado y planos de cableado.
  - Diagramas funcionales de la instalación eléctrica. Separando Alta Tensión (AT) y Baja Tensión (BT).
- c) Expediente de cálculo completo.

Notas de cálculo justificando las dimensiones de los componentes principales y de todos aquellos que tengan una función de seguridad, en particular:

  - Estructura de habitáculo.
  - Sistema de dirección.
  - Sistema de suspensión.
  - Sistema de frenos.
  - Sistema de tracción/frenado.
  - Sistema de unión estructura–suspensión.
  - Ejes y sistemas de rodamientos.
  - Motor de tracción.
  - Nota de cálculo relativa a la suspensión del comportamiento de tracción y estabilidad transversal del habitáculo.
  - Notas de cálculo de la distribución de peso de los equipos componentes.
  - Notas de cálculo de verificación del comportamiento de tracción y frenado (en operación normal, estacionamiento y emergencia).
- d) Documentos diversos.
  - Planos referentes a movimiento relativo a la suspensión delantera, trasera y dirección con respecto al habitáculo.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



- Planos de movimientos relativos de los mecanismos de frenado.

**Segunda categoría.** Documentos relativos a los componentes completos, estudiados y suministrados por fabricantes especializados.

Comprende:

- Un plano de conjunto completo con codificación.
- Planos de dimensiones generales señalando sus características principales, estos planos indicarán todos los datos necesarios para el requerimiento y recepción de los componentes.
- Un plano de detalle por pieza, que haga referencia al conjunto al que pertenece.

**Tercera categoría.** Documentos necesarios para la operación y mantenimiento de los trolebuses y sus componentes.

Comprende:

- Un plano de conjunto a escala del habitáculo con todas las cotas principales (vista superior, vista frontal, vista lateral derecha, vista lateral izquierda y detalles).
- Un plano de conjunto a escala del habitáculo con todas las cotas principales en isométrico.
- Un plano de conjunto a escala de la suspensión delantera y trasera, con todas sus cotas principales (vista superior, vista frontal, vista lateral derecha, vista lateral izquierda y detalles).
- Un plano de conjunto a escala de la suspensión delantera y trasera, con todas sus cotas principales en isométrico.
- Información en medio magnético de planos, para ser integrados dentro de un informe descriptivo de los trolebuses, para el empleo del personal de operación y mantenimiento, mostrando la disposición de los aparatos dentro del habitáculo y compartimientos, para este tipo de documentos, es recomendable la representación en perspectiva.
- Manuales de mantenimiento de todos los equipos, conjuntos, sistemas que integran los trolebuses incluyendo las instrucciones de operación, servicio, desmontaje, montaje y ajustes, con los planos respectivos y herramientas especiales necesarias.
- Contenido didáctico de los cursos de capacitación para la operación y el mantenimiento.

Cuando los equipos sean de origen extranjero, además de la información en español, se entregarán instructivos en idioma del país de origen.

La información que deben contener los manuales de mantenimiento comprende:

- Una descripción del equipo y una explicación de los principios de funcionamiento en forma detallada, utilizando esquemas y/o planos.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



- b) Un listado de maniobras secuenciales, con su explicación, que constituya el modo correcto de operación del equipo, en esta parte, se requiere resaltar las maniobras que puedan considerarse críticas ya que su mala ejecución influye en la seguridad del equipo, del personal o del usuario.
- c) Un listado de trabajos necesarios para la correcta conservación del equipo para cada uno de los cuales se deberá especificar los siguientes datos:
  - La periodicidad con la cual deben realizarse estos trabajos, ya sea en kilómetros recorridos, en horas de servicio, en cantidad de accionamiento o de preferencia en tiempos calendario, indicando los elementos a sustituir y a controlar con sus dimensiones y tolerancias.
  - Una descripción detallada del método manual que deba seguirse para la correcta ejecución del trabajo, de ser posible una estimación del tiempo necesario.
  - Una especificación técnica de los materiales necesarios para la ejecución de los trabajos haciendo especial mención de las herramientas y/o equipos de fabricación especial, de los cuales deberá adjuntar planos con características técnicas de material, especificación, normas y dimensiones.
  - Ficha técnica y hoja de datos de seguridad, de cada uno de los lubricantes utilizados, en las cuales se indiquen las propiedades físico – químicas así como las recomendaciones de almacenaje y cuidado en el empleo de estos productos.
  - Por último, deberá contener el listado de todas y cada una de las piezas que componen el equipo, indicando el conjunto al que pertenecen, con detalle de su descripción, especificaciones, normas y planos, este listado deberá entregarse en soporte electrónico y en el mismo deberán indicarse las piezas que el proveedor considere como cambio sistemático en los diferentes niveles de mantenimiento hasta el caso de mantenimiento mayor. Asimismo indicará las piezas con tiempos de abastecimiento superior a 6 meses, debido a su fabricación.

“El Licitante” adjudicado entregará al STE toda la documentación técnica necesaria para la operación y mantenimiento de los trolebuses y sus componentes, tanto propia como proveniente de terceros, “El Licitante” adjudicado se obliga a exigir a sus proveedores dicha documentación técnica y autorización para transmitirla al STE.

Para todos los equipos informáticos se deberán entregar todas las licencias requeridas previo a la firma del Acta de Recepción Provisional del primer trolebús. La falta de entrega de licencias y todos los programas necesarios para la explotación total de la capacidad de los sistemas informáticos del trolebús, por parte del personal técnico de “El Licitante” adjudicado, será motivo de que no realizar la recepción provisional de la primera unidad.

## 10.2 ELABORACIÓN DE LOS DOCUMENTOS

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



A título enunciativo se entiende por documentación técnica los dibujos en conjunto, los diagramas de principio, los manuales e instructivos de montaje, operación y mantenimiento, catálogos de partes de los trolebuses. Los planos y dibujos se entregarán al STE conforme se vayan elaborando, entendiéndose que dichos documentos se concluirán antes del inicio de la fabricación o ensamble de los elementos contenidos en ellos. En caso de que los citados planos o dibujos se encuentren elaborados en forma preliminar, podrá iniciarse la fabricación, previo acuerdo entre “El Licitante” adjudicado y el STE.

La documentación deberá presentarse en idioma español y las características serán expresadas en unidades del Sistema Métrico Internacional. En caso de documentación en idioma diferente al español, deberá presentar en el idioma del país de origen, acompañada de una traducción simple al español.

“El Licitante” adjudicado deberá proporcionar el calendario de entrega de documentación técnica definitiva (impresa y en formato digital), contemplando su entrega a más tardar un mes antes de la autorización de embarque del primer trolebús.

Los documentos se deberán entregar en formato de paquetería Microsoft Office última versión y los planos en formato del paquete AutoCad versión 2011, organizados en un índice dinámico. No se permitirá que los planos sean archivos de mapas de bits (TIF, GIF, JPG, RLE, BMP, WMF, entre otros) ni que estén en formato nativo del paquete Catia.

### 10.3 CONTENIDO DE LA COLECCIÓN

#### 1°. Clasificación – Lista de planos.

Los planos estarán clasificados en capítulos, cada capítulo se referirá a una parte del material que forma un conjunto funcional (por ejemplo: estructura del habitáculo, instalación neumática sobre habitáculo o planos de conjunto, planos de detalles, nomenclaturas, documentos diversos tales como notas de cálculo, normas y especificaciones del material, etc.) clasificados en un orden coherente, que facilite la búsqueda de cada uno de ellos.

#### 2°. Nomenclatura general.

Estará establecida por capítulos, en fascículos separados. Proporcionará por lo menos para cada capítulo, la lista completa de todas las piezas o componentes que entran en la construcción del trolebús, indicando para cada una la cantidad, el material, el precio unitario y el número de plano que la define.

#### 3°. Planos de construcción.

“El Licitante” adjudicado estará obligado a establecer un plano de detalle por pieza, si los diseños de conjuntos, parciales o de ensambles y montajes de equipos no comprenden todos los datos que definen los dispositivos representados, en lo concerniente a las formas, dimensiones y el material.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



#### 4°. Planos de equipos o componentes.

Cada equipo está definido por un plano de conjunto o de planos de conjuntos parciales si es necesario, y con los planos de detalle indispensables para el mantenimiento.

El dibujo de una pieza de detalle se representará en el estado en que debe ser utilizada en el montaje. Si ésta debe sufrir una operación de maquinado después de ensamblada sobre otra pieza, se establecerá un plano del conjunto parcial, constituido con todas las indicaciones que definen el maquinado.

Los planos de los conjuntos de equipos y los planos de conjuntos parciales, tendrán una nomenclatura, enumerando cada una de las piezas que constituyen el conjunto. Adicionalmente, la lista de partes estará dispuesta para permitir al STE llevar el número de identificación que él atribuirá a cada una de estas piezas, la cual se acepta que pueda venir por separado.

### 10.4 EJECUCIÓN DE PLANOS

#### 1°. Presentación general de planos.

Los planos serán establecidos utilizando exclusivamente los formatos estandarizados de acuerdo con las normas DIN. Cada plano llevará un cuadro mencionando la razón social del fabricante que lo ha establecido, el número de plano y los diversos datos útiles a los talleres del constructor, así como la referencia de las revisiones correspondientes.

Estará reservado en el cuadro o al lado del mismo, un espacio en el que el STE podrá hacer figurar sus siglas y el número de registro.

#### 2°. Indicaciones particulares.

Los materiales, acabados superficiales y tolerancias de ejecución estarán definidos con referencia a las especificaciones en vigor, tomándose como base la ISO 286, para el caso general de ajustes y tolerancias.

### 10.5 CONTROL DEL ESTUDIO

“El Licitante” adjudicado deberá someter a consideración del STE los planos y documentos enumerados en la segunda y tercer categorías, establecidas en el punto 10.1 “Documentos Técnicos Requeridos” de la presente especificación, previamente a todo pedido.

Estos planos o documentos serán enviados en dos ejemplares para aprobación del STE.

Una carta anexa estipulará todos los datos que faciliten su interpretación.

Los planos deberán estar agrupados en lotes referentes a un mismo equipo, a un mismo conjunto o a un montaje particular.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Para la revisión existirá un plazo de tres semanas a partir del día de recepción por el STE para lotes de 20 (veinte) planos, este plazo podrá ser prolongado por una semana por lote de 10 (diez) planos suplementarios. Un ejemplar de cada uno de los planos será regresado al fabricante:

- Ya sea con el visto bueno del STE.
- Ya sea con una nota de observación.

Todo plano que haya sido objeto de una nota de observación, deberá ser sometido nuevamente a revisión. Después de haber hecho las correcciones necesarias.

La aprobación no releva de ninguna manera la responsabilidad de “El Licitante” adjudicado, ésta permanece completa y total.

Ningún cambio podrá ser realizado a los documentos relativos a los equipos suministrados por fabricantes especializados.

## 10.6 ENTREGA DE DOCUMENTOS

“El Licitante” adjudicado deberá proporcionar previo a la capacitación 3 (tres) colecciones de copias legibles impresa en papel bond de buena calidad, de los documentos relativos a la operación y al mantenimiento, lo cual deberá ser entregado como máximo dos semanas antes del inicio de la capacitación.

1 (una) copia en archivo electrónico, asimismo se deberá establecer el software necesario para la interpretación y/o modificación (Microsoft), los planos en AutoCAD.

## 10.7 UTILIZACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN POR EL STE

Todos los planos quedan en propiedad del STE, quien puede utilizarlos en la forma que estime conveniente, siempre y cuando sea únicamente en su provecho y no para terceros, es decir, puede solicitar materiales con ellos a cualquier proveedor que estime oportuno, fabricarse y reparar las piezas en sus propios talleres o en otros ajenos, pero no podrá utilizar estos planos ningún proveedor para otros clientes que no sea el propio STE. Esto se hará constar en los planos de forma explícita y así lo indicará a sus proveedores el STE. En el sentido anterior el Organismo estudiará cualquier garantía propuesta por “El Licitante” adjudicado.

## 11. SUPERVISIÓN Y LOGÍSTICA DE PRUEBAS

### 11.1 SUPERVISIÓN DE LA FABRICACIÓN

Para vigilar el cumplimiento de la presente especificación técnica con respecto a la fabricación de los trolebuses, el STE realizará actividades de supervisión durante la revisión de diseño, fabricación, pruebas y puesta en servicio.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



“El Licitante” adjudicado dará al personal de Supervisión del STE toda clase de facilidades para el desempeño de sus funciones permitiendo el libre acceso, tanto a sus instalaciones como a las de sus proveedores, poniendo a su disposición todos los datos precisos para constatar la calidad de los productos y procesos, así como los elementos y dispositivos necesarios para realizar las pruebas, inspecciones y ensayos a que deben someterse el material o equipos.

El STE establecerá residencias de tiempo completo en la planta de “El Licitante” adjudicado, quien se obliga a proporcionarle las instalaciones, mobiliario, los equipos y el apoyo necesario para cumplir satisfactoriamente con sus labores.

Durante cualquier inspección “El Licitante” adjudicado estará obligado a presentar al personal de supervisión del STE, todos los planos y documentos necesarios del equipo o proceso a evaluar, debidamente autorizados, con el fin de comprobar el apego a los mismos y el cumplimiento de la especificación técnica. Adicionalmente, “El Licitante” adjudicado deberá entregar al STE, copias de los expedientes que contengan los protocolos y resultados de todas las pruebas mecánicas, eléctricas y de todo tipo, realizadas durante el proceso por su departamento de control de calidad.

El STE podrá ejecutar las pruebas que estime convenientes en laboratorios que elija, a fin de constatar parámetros sobre los que tenga duda. “El Licitante” adjudicado tiene la obligación de proporcionar las muestras y probetas necesarias sin cargo alguno y a validar los resultados que se obtengan, aplicando las medidas que de dichos resultados se deriven. Los costos generados por estas pruebas serán cubiertos por “El Licitante” adjudicado.

Durante la construcción de los trolebuses y de sus componentes, la Supervisión del STE podrá rechazar los materiales o trabajos ejecutados deficientemente o que no se ajusten a lo especificado, debiéndose reemplazar o rehacer hasta la entera satisfacción del STE.

Los retrasos que puedan presentarse en la fabricación de los trolebuses a causa del rechazo de materiales, piezas o equipos que no cumplan con las condiciones especificadas serán imputables a “El Licitante” adjudicado, lo que no le dará derecho a prorrogar los plazos de entrega, aumentar los precios, ni percibir indemnización alguna.

Para establecer el plan general para la supervisión, así como los programas correspondientes, “El Licitante” adjudicado deberá presentar al STE, durante la etapa de revisión de diseño, **El Plan General de Aseguramiento de la Calidad** que utilizará en el proyecto, en el que se detallen todas las fases que constituyen el proceso de fabricación, como son: revisión de diseño, fabricación de trolebús cabeza de serie, pruebas, recepción de materiales, fabricación de componentes y subensambles, proceso de fabricación, procesos de ingeniería y métodos, inspección de instrumentos de medición y herramientas, calificación de soldadores y pruebas, entre otros.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Dicho Plan deberá ser lo suficientemente amplio, detallado y claro, a fin de conocer los procedimientos de control de calidad que “El Licitante” adjudicado efectuará en este proyecto.

El STE, se reserva el derecho de realizar o no la supervisión en planta, participar o no en la realización de las pruebas y en caso de así requerirse “El Licitante” adjudicado se obliga a proporcionar toda la información referente al control de calidad de la fabricación y la realización de pruebas.

Los gastos generados por la residencia del personal de Supervisión del STE en planta de “El Licitante” adjudicado, correrán por cuenta del Servicio de Transportes Eléctricos.

## 11.2 RESPONSABILIDAD

La supervisión que realice el STE no exime de modo alguno a “El Licitante” adjudicado de la responsabilidad sobre la calidad y resultado que se deriven de la fabricación de los trolebuses.

## 11.3 FASES DE LA SUPERVISIÓN

### 11.3.1 REVISIÓN DEL DISEÑO

“El Licitante” adjudicado deberá presentar al STE para su aprobación, a más tardar 3 días después de la firma del contrato el programa calendarizado y detallado de las actividades de revisión de diseño, fabricación, pruebas, puesta en servicio, garantías, entre otras.

La etapa de revisión de diseño del trolebús (incluyendo sistemas, subsistemas, equipos y componentes) se realizará en las instalaciones del STE, se deberá considerar de manera informativa más no limitativa, lo siguiente:

- Descripción funcional y configuración del sistema.
- Interfaces.
- Notas de cálculo.
- Fabricación de trolebús cabeza de serie.
- Programa de pruebas al trolebús cabeza de serie.
- Fabricación en serie. Programa de pruebas tipo y serie.
- Supervisión.
- Capacitación.
- Demostración del cumplimiento de las normas aplicables.
- Fiabilidad.
- Mantenibilidad.
- Disponibilidad.
- Seguridad.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



La revisión y validación del diseño por el STE no eximirá la plena responsabilidad de “El Licitante” adjudicado respecto al funcionamiento y suministro de los trolebuses. Por consiguiente, “El Licitante” adjudicado será totalmente responsable de todas las desviaciones u omisiones que pudiesen sucederse durante las etapas de revisión de diseño, fabricación, montaje, pruebas, puesta en servicio y servicio de post-venta, conforme a lo requerido en la presente especificación técnica y al estricto cumplimiento de las cláusulas contractuales.

### 11.3.2 SUPERVISIÓN EN LA RECEPCIÓN DE MATERIALES Y COMPONENTES

A fin de constatar el apego a Normas, especificaciones y/o planos autorizados por el STE, toda materia prima, productos de maquila, partes, conjuntos y sistemas provenientes de otros fabricantes, será objeto de control por parte de los supervisores de éste y de “El Licitante” adjudicado. Cuando personal del STE lo solicite, se llevará a cabo esta supervisión, debiendo entregar “El Licitante” adjudicado todos los certificados de calidad requeridos e información técnica.

“El Licitante” adjudicado deberá prever, en los contratos que celebre con sus proveedores, la inclusión de una cláusula en la que se especifique que personal del STE podrán participar en la supervisión de la fabricación de los equipos, así como en la realización de las Pruebas Tipo de productos terminados en las instalaciones del fabricante.

“El Licitante” adjudicado deberá proporcionar al personal del STE copia de cada pedido que solicite a sus diversos proveedores con motivo de la fabricación de trolebuses, con lo que se podrá establecer durante la fase de revisión de diseño un programa conjunto de supervisión para la realización de Pruebas Tipo en las instalaciones del fabricante.

### 11.3.3 SUPERVISIÓN EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN

Tiene como propósito realizar supervisión en las instalaciones de “El Licitante” adjudicado, en todas las posiciones del proceso, incluyendo la fabricación de subensambles, acabado y pruebas, se consideran también los procesos de evaluación de soldadores y de ajustes de herramientas.

Se darán todo tipo de facilidades para este propósito al personal del STE, así como toda la información y colaboración del personal de control de calidad de “El Licitante” adjudicado y del que se requiera para efectuar las inspecciones o pruebas solicitadas.

Además de las inspecciones y pruebas en las diferentes fases del proceso se realizarán pruebas a los equipos y sistemas instalados en los trolebuses, en términos generales estas pruebas consisten en:

- **Pruebas tipo a equipos y materiales:** Son las que se hacen obligatoriamente a todos los equipos a instalar en el trolebús cabeza de serie y en el último trolebús fabricado, a fin de constatar el cumplimiento de la presente especificación.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



- **Pruebas serie a equipos y materiales:** Son aquellas que se realizan para verificar que la fabricación se ajuste a lo estipulado en el proyecto. Se realizarán a la totalidad de los equipos instalados en todos los trolebuses fabricados con el fin de constatar su calidad y adecuado funcionamiento.

“El Licitante” adjudicado proporcionará al STE los protocolos de pruebas, para su análisis y aprobación, cuando menos un mes antes del inicio de las pruebas tipo y serie que se realizarán en planta y en las instalaciones de sus proveedores, para análisis y aprobación así como para programar con oportunidad la participación del STE.

El STE definirá si es necesario realizar más pruebas de las previstas en los protocolos solicitados, debiéndose incorporar las que se acuerden procedentes con “El Licitante” adjudicado.

#### 11.3.4 SUPERVISIÓN DE HERRAMIENTAS PARA EL PROCESO DE ENSAMBLE

Esta etapa tiene como objeto evaluar la precisión y confiabilidad de las herramientas, equipos e instrumentos de medición que regularmente se emplean en el proceso de fabricación de los trolebuses, mediante la presentación y validación de los certificados de calibración emitidos por una entidad certificada, con periodo no mayor a 90 días. Dentro de su plan de aseguramiento de la calidad, “El Licitante” adjudicado deberá indicar su procedimiento y programas de control para garantizar el correcto funcionamiento de los elementos mencionados.

#### 11.4 AUTORIZACIÓN DE EMBARQUE

Una vez concluidas las actividades de fabricación previstas para cada trolebús, así como las pruebas tipo y serie realizadas en fabrica y cuyos resultados, en ambos casos, satisfagan los requerimientos del STE, “El Licitante” adjudicado elaborará un Acta de Autorización de Embarque, indicando la numeración del trolebús. Esta Acta será firmada por los representantes del STE y “El Licitante” adjudicado. Anexo a dicho documento “El Licitante” adjudicado proporcionará al STE, en tres copias, el expediente completo con los registros siguientes:

- Certificados de calidad y protocolos de pruebas de todos los equipos emitidos por los fabricantes correspondientes.
- Protocolos de pruebas realizadas en la planta de “El Licitante” adjudicado.
- Listado de observaciones efectuadas por el personal de supervisión del STE en planta y que “El Licitante” adjudicado deberá corregir antes de la puesta en servicio del trolebús correspondiente.
- Listado de equipos y componentes instalados en el trolebús, indicando modelos, marcas, fabricantes, números de serie y país de origen.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



El transporte, protección de las unidades, así como la integridad de los equipos durante el traslado de los trolebuses entre la planta y las instalaciones del STE serán total responsabilidad de “El Licitante” adjudicado.

El Licitante adjudicado deberá concluir el traslado y entrega de todos los trolebuses en las instalaciones del STE ubicadas en la Ciudad de México (depósito Tetepilco) a más tardar el 15 de noviembre de 2019, lo cual quedará documentado mediante el Acta de Recepción a que se refiere el punto 11.4.2 de este documento.

#### **11.4.1 ACTA DE APROBACIÓN DE TROLEBÙS CABEZA DE SERIE**

Una vez firmada el “Acta de Autorización de Embarque” del trolebús cabeza de serie, “El Licitante” adjudicado elaborará un “Acta de Aprobación del trolebús Cabeza de Serie”, con la finalidad de autorizar el inicio de la producción del resto de los trolebuses.

#### **11.4.2 RECEPCIÓN DE TRASLADO DE LOS TROLEBUSES**

Una vez que cada trolebús haya arribado a las instalaciones del STE (depósito Tetepilco), “El Licitante” adjudicado en conjunto con el STE realizará una revisión general del estado físico de cada trolebús para garantizar que el mismo no sufrió daños, para lo cual “El Licitante” adjudicado elaborará un Acta de Recepción de Traslado de cada trolebús, indicando daños si es que lo hubiere (los cuales serán reparados durante la etapa de acondicionamiento, bajo la responsabilidad de “El Licitante” adjudicado). Esta acta será firmada por “El Licitante” adjudicado y el STE. El total de los trolebuses deberá contar con el Acta de Recepción de Traslado a más tardar el 15 de noviembre de 2019.

### **11.5 ACONDICIONAMIENTO**

Para efectuar el acondicionamiento, se llevarán a cabo actividades tales como:

- Montaje de partes y componentes complementarios, en caso de ser necesario. Sólo se aceptarán ensambles finales en las instalaciones del STE.
- Verificación general.

Estas dos etapas se desarrollarán siguiendo el procedimiento que establecerán el STE y “El Licitante” adjudicado de manera conjunta, con la premisa de que ambas fases de acondicionamiento serán efectuadas por el personal de “El Licitante” adjudicado quedando bajo su responsabilidad la correcta ejecución de estos trabajos. El STE realizará las supervisiones que juzgue pertinentes.

Las pruebas de asentamiento serán realizadas por “El Licitante” adjudicado y podrán utilizar los patios del STE. Estas pruebas se realizarán con el trolebús sin pasajeros y tendrán como objetivo comprobar que el funcionamiento de la Unidad como conjunto, de sus sistemas y el trolebús cumple con las prescripciones exigidas en el contrato y sus documentos de apoyo.

### **11.6 PRUEBAS**

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Se distinguen dos **tipos** de pruebas:

- **Pruebas Tipo.-** Las que se realizan al primero (cabeza de serie) y último trolebús de la producción en serie.
- **Pruebas de Serie.-** Las que se realizan a todos los trolebuses.

Durante la ejecución del proyecto “El Licitante” adjudicado podrá **clasificar** las pruebas en tres grupos:

- **Pruebas al trolebús cabeza de serie.-** Las que se realizan al primer trolebús fabricado, antes de iniciar la fabricación en serie. En este caso “El Licitante” adjudicado se obliga a realizar las adecuaciones en la estructura o ajustar los equipos a las condiciones de fabricación y servicio previstos en éstas especificaciones.

Las pruebas a considerar son las siguientes:

- Pruebas De Control De Resistencia.
  - Pruebas de estructura.
  - Pruebas en fabrica (tipo y serie).
  - Pruebas de recepción (tipo y serie).
- **Pruebas en fábrica.-** Una vez alcanzado el objetivo deseado con el trolebús cabeza de serie (cumplir con los requerimientos de la presente especificación), se podrá iniciar con la fabricación en serie de la cantidad restante de trolebuses, a los cuales se le realizarán pruebas serie a excepción del último trolebús al cual se le deberán realizar pruebas tipo y serie.

Las pruebas a considerar como Pruebas en fábrica son las siguientes:

- Pruebas a la unidad de transmisión, diferencial, suspensión y sistema de frenado.
- Pruebas de grupo motocompresor.
- Pruebas de hermeticidad del sistema neumático.
- Pruebas de los circuitos eléctricos.
- Pruebas al Motor de Tracción, equipo de control tracción/frenado, interruptores de potencia y equipos periféricos.
- Pruebas a equipos de proveedores.
- Pruebas a materiales y componentes.
- Prueba de vida de los mecanismos de apertura - cierre de puertas.
- Prueba de vida de los actuadores de las puertas.
- Prueba de vida de los mecanismos de apertura – cierre de ventanas
- Pruebas al motor de tracción.
- Potencial aplicado a pasamanos en zonas de ascenso y descenso.
- Apartarrays, Disyuntor extrarrapido y convertidor auxiliar.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



- Pruebas de vida del sistema limpia parabrisas.
- Estanqueidad de la unidad.
- Resistencia de aislamiento después de la prueba de estanqueidad.
- Radios de giro
- Visibilidad y zonas ciegas del operador.
- Funcionamiento eléctrico del sistema de tracción frenado.
- Funcionamiento integral del sistema eléctrico de baja tensión.
- Funcionamiento del sistema de frenos.
- Funcionamiento integral del sistema neumático.
- Indicador de carrocería energizada.
- Operación del sistema de retención de pértigas.
- Comportamiento de la suspensión.
- Pares de apriete.
- Potencial aplicado.
- Resistencia de aislamiento.
- Pruebas a considerar (las que apliquen previo acuerdo con el STE).

➤ **Pruebas de recepción.-** Son las que se realizan a todos los trolebuses en las instalaciones del STE previo a la firma de cada Acta de Recepción Provisional.

Las pruebas a considerar como Pruebas de recepción son las siguientes:

- Estáticas
- Dinámicas
- Pruebas a considerar
- De asentamiento
- De funcionamiento en Líneas sin usuarios

Durante la ejecución de las pruebas estáticas y dinámicas que se efectuarán en el taller, el STE actuará como coordinador del programa establecido, en tanto que “El Licitante” adjudicado lo hará como ejecutor y responsable de las pruebas.

Con el objetivo de asegurar el cumplimiento de la presente especificación técnica en cuanto a funcionamiento y calidad, todos los elementos constitutivos de los trolebuses deberán someterse a un riguroso programa de pruebas cuyos protocolos, actas e instructivos serán proporcionados por “El Licitante” adjudicado al STE, el cual podrá solicitar ampliar, complementar o pedir certificación de terceros de cualquier sistema o equipo. Es responsabilidad de “El Licitante” adjudicado obtener la autorización del STE, para el procedimiento de cualquier prueba antes de su aplicación. Será decisión del STE, el participar o no en la realización y verificación de cualquier prueba.

La clasificación de las pruebas mencionadas anteriormente son a título indicativo pero no limitativo, si “El Licitante” adjudicado considera conveniente agregar o redistribuir, a fin de optimizar el proceso de fabricación en los términos establecidos en esta especificación

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



técnica, lo podrá realizar con previa autorización y a satisfacción del STE durante la etapa de Revisión de Diseño.

### 11.6.1 TIPOS DE PRUEBAS

#### 11.6.1.1 ESTRUCTURA

La estructura será sometida a aplicación de fuerzas verticales en las zonas de carga, de soporte, de apoyos y puntos críticos de la estructura, considerando la distribución de pasajeros y equipos que se instalarán. Asimismo, la estructura se someterá a fuerzas horizontales especificadas en el punto 6.1.5 “Pruebas a la Estructura” de la presente especificación técnica.

“El Licitante” adjudicado debe considerar en su cuaderno de pruebas, los ensayos que demuestren la resistencia de la estructura en forma estática y dinámica, y deberá presentar constancia documental de homologación con el Reglamento No. 66 de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI).

#### 11.6.1.2 PRUEBAS A LA UNIDAD DE TRANSMISIÓN, DIFERENCIAL, SUSPENSIÓN Y SISTEMA DE FRENADO

Las pruebas a efectuar serán aquellas que realiza el fabricante de estos equipos. El certificado de los resultados satisfactorios de estas pruebas deberá ser entregado al STE; adjunto en cada Acta de Recepción Provisional.

#### 11.6.1.3 PRUEBAS DEL GRUPO MOTOCOMPRESOR

Las pruebas a efectuar serán aquellas que realiza el fabricante de estos equipos. El certificado de los resultados satisfactorios de estas pruebas deberá ser entregado al STE; adjunto en cada Acta de Recepción Provisional.

#### 11.6.1.4 PRUEBAS DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Estas pruebas se deberán realizar para comprobar la resistencia de aislamiento de los diferentes circuitos instalados en los trolebuses.

Dichos circuitos sujetos a estas pruebas, estarán clasificados en cuatro categorías (designadas a, b, c y d).

- a) Los circuitos de tracción. Se definen a los cables alimentadores del motor de tracción y de regreso de corriente. Estos circuitos serán sometidos, durante un minuto a una tensión de doble voltaje eficaz máximo de operación de los motores, a 60 Hz.
- b) Los diversos circuitos de alta tensión. Estos son todos los circuitos alimentados en alta tensión que no están comprendidos en la categoría anterior, estos circuitos serán sometidos durante un minuto a una tensión alterna de 3,000 V eficaz, a 60 Hz.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



- c) Los diversos circuitos de baja tensión en corriente directa. Comprenden todos los circuitos alimentados exclusivamente por 24 VCD. Estos circuitos serán sometidos durante un minuto a una tensión alterna de 1,000 V eficaces, a 60 Hz.
- d) Los diversos circuitos de baja tensión en CA. Estos circuitos serán sometidos durante un minuto a una tensión alterna de 1,500 V eficaces, a 60 Hz.

Durante estas pruebas, todos los aparatos, componentes y cables de tierra estarán en su lugar y correctamente montados. Los aparatos y componentes serán aislados durante la realización de estas pruebas.

Los cables de tierra, después de desconectados, serán objeto de una prueba especial de acuerdo a la categoría a).

Después de estas pruebas, los aislamientos de los diferentes circuitos serán medidos entre ellos y con respecto a tierra. Si esta verificación revela una insuficiencia, la(s) parte(s) dañada(s) será(n) reemplazada(s) y el trolebús será sometido a una nueva prueba.

#### **11.6.1.5 PRUEBAS AL MOTOR DE TRACCIÓN, EQUIPO DE CONTROL TRACCIÓN/FRENADO, INTERRUPTORES DE POTENCIA Y EQUIPOS PERIFÉRICOS**

Las pruebas a estos equipos se dividen en dos tipos principales:

- Pruebas en fábrica (las realizadas previo a la firma del Acta de Autorización de Embarque).
- Pruebas de Recepción (las realizadas previo a la firma del Acta de Recepción Provisional).

Estas pruebas a su vez se dividen en pruebas “Series” y pruebas “Tipo”, las pruebas a realizarse serán aquellas recomendadas por el fabricante de los equipos, reservándose el STE el derecho de solicitar pruebas adicionales que a su juicio fuesen necesarias o bien el modificar el método de pruebas utilizado.

Los resultados satisfactorios de las pruebas en fábrica, deberán ser entregados al STE adjunto en cada Acta de Autorización de Embarque.

Los resultados satisfactorios de las pruebas de recepción, deberán ser entregados al STE adjunto en cada Acta de Recepción Provisional.

#### **11.6.1.6 PRUEBAS A EQUIPOS DE PROVEEDORES**

Antes de la aceptación de equipo, “El Licitante” adjudicado y el STE, con miras a la recepción para lo referente a la autorización del embarque, procederán a las pruebas y verificaciones aplicables.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Después de la ejecución completa y satisfactoria de las pruebas se elaborará un certificado de liberación, firmado por las partes, las cuales podrán a su juicio, realizar diversas inspecciones y verificaciones al recepcionar los equipos.

Las pruebas a efectuar son de tres clases:

- Pruebas Mecánicas.
- Pruebas Neumáticas.
- Pruebas Eléctricas y Electrónicas.

El certificado de los resultados satisfactorios de las pruebas, deberán ser entregados al STE adjunto a cada Acta de Autorización de Embarque.

#### 11.6.1.6.1 PRUEBAS A MATERIALES Y COMPONENTES

“El Licitante” adjudicado debe entregar al STE reportes y/o certificados de las pruebas de aceptación de los materiales y componentes empleados en la fabricación de los trolebuses, que demuestren la verificación de aspectos tales como:

- **Materiales para funciones mecánicas:** Cumplimiento con normas ASTM, AISI, AWS, etc. Por ejemplo, chapas, perfiles metálicos, soldaduras, revestimientos, pinturas, etc.
- **Materiales para funciones eléctricas:** Características ignífugas, retardantes a la flama, autoextinguibles, no generadores de humos negros, etc.
- **Equipos mecánicos:** Características de operación y seguridad. Por ejemplo, rines, resortes, flecha cardán, diferenciales, retrievers, instrumentación, etc.
- **Equipos eléctricos y electrónicos:** Características de operación y seguridad. Por ejemplo, apartarrayos, colector de corriente, portacarbones, instrumentación, reactores electrónicos, lámparas, etc.

#### 11.6.1.6.2 PRUEBA DE VIDA DE LOS MECANISMOS DE APERTURA-CIERRE DE PUERTAS

“El Licitante” adjudicado debe proponer el número y características de los ciclos de operación a los cuales se someterá el mecanismo de las puertas de ascenso y descenso, con base en las especificaciones del fabricante original, para esta prueba se debe considerar los actuadores, sensores y se debe poner especial atención de las condiciones de seguridad para la operación del sistema de puertas (enclavamiento y liberación manual).

#### 11.6.1.6.3 PRUEBA DE VIDA DE LOS MECANISMOS DE APERTURA-CIERRE DE VENTANAS

“El Licitante” adjudicado debe proponer el número y características de los ciclos de operación a los cuales se someterá el mecanismo de las ventanas.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



#### 11.6.1.6.4 PRUEBAS AL MOTOR DE TRACCIÓN

El motor de tracción debe someterse a los ensayos previstos en la publicación IEC 349.

Adicionalmente, se deben efectuar las siguientes pruebas a la finalización de los ensayos:

- Investigación del régimen máximo admisible en función de las clases de aislamiento del rotor y del estator.
- Ensayos de calentamiento con ventilación reducida y ventilación normal (comienzo de ensayo con el motor caliente a 110°C).
- Determinación de las sobrecargas admisibles con ventilación normal (comienzo del ensayo con el motor caliente a 110°C).
- Medición del ruido emitido en condiciones de operación en vacío.

#### 11.6.1.6.5 APARTARRAYOS, DISYUNTOR EXTRARRÁPIDO Y CONVERTIDOR AUXILIAR

La realización de estas pruebas debe regirse bajo el protocolo que presente el fabricante original y efectuarse en presencia de los representantes del STE y de “El Licitante” adjudicado.

#### 11.6.1.6.6 PRUEBA DE VIDA DEL SISTEMA DE LIMPIAPARABRISAS

“El Licitante” adjudicado debe proponer el número y características de los ciclos de operación a los cuales se someterá el mecanismo, con base en las especificaciones del fabricante original.

#### 11.6.1.7 PRUEBA DE HERMETICIDAD DEL SISTEMA NEUMÁTICO

La realización de esta prueba debe regirse bajo el protocolo propuesto por “El Licitante” adjudicado, previa revisión y aprobación por parte del STE. El desarrollo de las pruebas debe ser presenciado por el personal técnico de este último.

#### 11.6.1.8 ESTANQUEIDAD DE LA UNIDAD

El detalle del procedimiento para la realización de esta prueba se acordará con “El Licitante” adjudicado en su oportunidad.

#### 11.6.1.9 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO DESPUÉS DE LA PRUEBA DE ESTANQUEIDAD

El objetivo de esta prueba es garantizar la integridad del doble aislamiento para los circuitos de Alta Tensión y de Baja Tensión que están expuestos a la intemperie. Las pruebas se realizarán aplicando el potencial indicado, durante un minuto, entre los siguientes circuitos:

- Alta tensión contra estructura, 1,500 VCD.



- Alta tensión contra baja tensión, 1,500 VCD, y
- Baja tensión contra estructura, 100 VCD.

El detalle del procedimiento para la realización de esta prueba se acordará con “El Licitante” en su oportunidad.

#### **11.6.1.10      RADIOS DE GIRO**

Se debe realizar conforme al método de prueba preparado por la Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México.

#### **11.6.1.11      VISIBILIDAD Y ZONAS CIEGAS DEL OPERADOR**

Se debe realizar conforme al método de prueba preparado por la Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México.

#### **11.6.1.12      FUNCIONAMIENTO ELÉCTRICO DEL SISTEMA TRACCIÓN/FRENADO**

El objetivo de esta prueba es evaluar la capacidad del sistema de tracción/frenado con la unidad a plena carga. Los puntos a verificar son:

- Aceleración a partir del reposo.
- Desaceleración.
- Corriente de tracción a 10, 20, 30, 40, 50 y 60 km/h.
- El intervalo de velocidad dentro del cual opera el freno dinámico (eléctrico).

#### **11.6.1.13      FUNCIONAMIENTO INTEGRAL DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN**

El objetivo de esta prueba es comprobar el valor total de la carga de los circuitos y la capacidad de respuesta del convertidor a dicha demanda.

#### **11.6.1.14      FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE FRENOS**

Se debe realizar conforme al método de pruebas preparado por la Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México, en lo que al freno mecánico de servicio y de estacionamiento de refiere.

#### **11.6.1.15      FUNCIONAMIENTO INTEGRAL DEL SISTEMA NEUMÁTICO**

El procedimiento de prueba de “El Licitante” adjudicado debe evaluar los tiempos de carga y recarga del sistema, así como la independencia de los circuitos que integran el sistema (frenos, suspensión y auxiliares).

#### **11.6.1.16      INDICADOR DE CARROCERÍA ENERGIZADA**

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Su objetivo es verificar los intervalos de operación del dispositivo a través de la aplicación de un potencial mediante una fuente de tensión variable, bajo el procedimiento establecido por el fabricante original.

#### **11.6.1.17 OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RETENCIÓN DE PÉRTIGAS**

El objetivo de esta prueba es verificar la capacidad del sistema de retención de pértigas para proteger a las instalaciones fijas y a la propia unidad, en caso de pérdida súbita de contacto de la cabeza captadora con la línea elevada. Los detalles del procedimiento de prueba se acordarán con “El Licitante” adjudicado.

#### **11.6.1.18 COMPORTAMIENTO DE LA SUSPENSIÓN**

El detalle del procedimiento para la realización de esta prueba se acordará con “El Licitante” en su oportunidad.

#### **11.6.1.19 PARES DE APRIETE**

Se realizará un muestreo aleatorio para verificar los pares de apriete en sistemas mecánicos (dirección, suspensión, etc.), y de sujeción de componentes (resistencia de freno, convertidor, motor de tracción, etc.), con base en las especificaciones de “El Licitante” adjudicado. El detalle de esta prueba se definirá en su oportunidad.

#### **11.6.1.20 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO**

Las pruebas se realizarán aplicando el potencial indicado, durante un minuto, entre los siguientes circuitos:

- Alta Tensión contra estructura, 1,500 VCD
- Alta Tensión contra Baja Tensión, 1,500 VCD, y
- Baja Tensión contra estructura, 1,000 VCD.

Al término del periodo de prueba, se debe registrar una resistencia de aislamiento mínima de 20,000 Mega-Ohms.

### **11.7 PRUEBAS CIITEC**

“El Licitante” adjudicado deberá realizar el trámite con el Centro de Investigación e Innovación Tecnológica (CIITEC) con el fin de obtener el holograma correspondiente de unidad homologada, el cual deberá ser colocada en en la parte superior derecha del parabrisas de cada unidad. “El Licitante” adjudicado deberá incluir en el Acta de Recepción Provisional de cada trolebús, la constancia de aprobación de la verificación realizada por el CIITEC.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



## 11.8 PRUEBAS A CONSIDERAR

“El Licitante” adjudicado deberá presentar al STE para su visto bueno, un programa detallado de las pruebas a realizar por trolebús, en el que se contemplen todas las pruebas establecidas en la presente especificación técnica, clasificando las pruebas Tipo y Serie, y el lugar donde se desarrollarán (en planta, en taller del Depósito Tetepilco, en línea de prueba del Depósito Tetepilco y en las Líneas de trolebuses).

“El Licitante” adjudicado deberá considerar al menos integrar dentro del programa antes mencionado las pruebas que se especifican en los puntos 6.1.3 “Levantamiento y Arrastre”, 6.1.5.1 “Análisis de vibraciones”, 6.1.5.2 “Distribución de las Cargas en los Ejes”, 6.1.5.3 “Estanqueidad o Impermeabilidad de la Carrocería”, 6.1.5.4 “Flexión”, 6.1.5.5 “Levante”, 6.1.5.6 “Termografía”, 6.1.5.7 “Torsión”, 6.1.5.8 “Vida a la Fatiga”, 6.1.5.9 “Vuelco” de la presente especificación y las especificadas en la siguiente Tabla:

Pruebas mínimas a realizar a los trolebuses y sus componentes

Descripción	Tipo	Serie
<b>Carrocería</b>		
Control de resistencia de la estructura		
- Pruebas estáticas		
- Pruebas dinámicas		
Sujeción y resistencia de asientos (Punto 3.10.1 de esta especificación)		
Prueba de vida de los mecanismos de apertura-cierre de puertas		
Prueba de vida de los mecanismos de apertura-cierre de ventanas		
Adherencia de pintura (Norma ASTM 3359)		
<b>Sistema Eléctrico de Baja Tensión</b>		
Continuidad de todo el cableado		
Potencial aplicado a equipos y cables		
Resistencia de aislamiento de todos los equipos y cables		
Engarzado de cables (muestreo aleatorio) Norma SAE J163 o equivalente		
Parámetros de operación de baterías (Norma IEC 623)		
Pruebas al motor de compresor: - Pruebas de elevación de temperatura según IEEE std. 112		
<b>Sistema Eléctrico de Control y Tracción</b>		
Continuidad de todo el cableado		
Potencial aplicado a equipos y cables		
Resistencia de aislamiento de todos los equipos y cables		
Prueba de vibración a equipo electrónico (Norma IEC 77)		
Choque mecánicos a equipo electrónico (Norma DIN 40 046, parte 7)		
Pruebas al motor de tracción - Verificación de curvas características y elevación de temperatura		
Seguridad y desempeño del convertidor estático (principal y auxiliar)		
Seguridad y desempeño del disyuntor electromagnético		
Seguridad y desempeño del apartarrayos		
Prueba de vida del sistema de limpiaparabrisas		



Descripción	Tipo	Serie
<b>Sistema Mecánico</b>		
Verificación de curvas características y ciclos de operación del compresor		
<b>Sistema Neumático</b>		
Prueba de vida de los actuadores de puertas		
Hermeticidad de todo el sistema neumático		
<b>trolebús Ensamblado</b>		
Estanqueidad de la unidad		
Resistencia de aislamiento al término de la prueba de estanqueidad		
Nivel de ruido según norma ISO 3381		
Radio de giro		
Visibilidad y zonas ciegas del operador		
Funcionamiento del sistema eléctrico de alta tensión a plena carga: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aceleración</li> <li>- Desaceleración</li> <li>- Frenado dinámico (eléctrico)</li> </ul>		
Funcionamiento integral del sistema eléctrico de baja tensión (todos los circuitos operando simultáneamente)		
Funcionamiento del sistema de frenos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Frenos de servicio</li> <li>- Frenos de estacionamiento</li> </ul>		
Funcionamiento del sistema de respaldo de energía (Autonomía): <ul style="list-style-type: none"> <li>- Funcionamiento con el sistema completo.</li> <li>- Funcionamiento con el sistema fuera de operación (desconectado).</li> </ul>		
Funcionamiento integral del sistema neumático con la unidad a plena carga		
Indicador de carrocería energizada		
Operación de retrievers		
Comportamiento de la suspensión <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vibración a P.B.V.</li> <li>- Inclinación de la unidad a 35°</li> </ul>		
Pares de apriete en general para el sistema mecánico		

Será obligación del “Licitante” adjudicado proporcionar las condiciones adecuadas para realizar todo tipo de pruebas, asimismo, deberá proporcionar los aparatos de medición necesarios para realizar todas las pruebas, dichos aparatos de medición deberán presentar una certificación por un laboratorio de metrología no mayor a 90 días de la fecha en que se realiza la prueba.

El STE se reserva el derecho de solicitar pruebas adicionales, así como solicitar la repetición de alguna prueba.

## 11.9 PRUEBAS DE TROLEBUSES EN LÍNEA SIN USUARIOS

### 11.9.1 PRUEBAS DE TROLEBUSES CON LASTRE

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Una vez concluidas y aprobadas por el STE las pruebas (estáticas, dinámicas, de asentamiento, etc.), “El Licitante” adjudicado procederá conjuntamente con el personal del STE a las pruebas de trolebuses en línea sin usuarios, en las cuales se realizarán recorridos en vacío y con carga (lastre) de 2/4, 3/4, 4/4, 5/4 y 6/4 (126 a 135 pasajeros) en un circuito preestablecido en línea, para estas pruebas se deberá considerar lo siguiente:

- **Como Prueba tipo.-** La prueba se realizará al trolebús cabeza de serie consiste en someterlo a un día de funcionamiento (22 hrs) para carga en vacío, otro para una de 2/4 y así sucesivamente para 3/4, 4/4, 5/4 y 6/4, el objetivo es registrar el comportamiento y asegurar el buen funcionamiento de los trolebuses.
- **Como prueba serie.-** La prueba se realizará al resto del lote de trolebuses y consiste en someterlos a un día de funcionamiento (22 hrs) con una carga de 6/4 (126 a 135 pasajeros), el objetivo es registrar y constatar que el comportamiento de las unidades es el mismo que para el trolebús cabeza de serie.

### 11.9.2 PRUEBAS DE TROLEBUSES SIN SISTEMA DE RESPALDO

Se deberá considerar como prueba serie a los trolebuses, un periodo de 5 días continuos de funcionamiento en línea alimentado únicamente por la fuente principal (alimentación de catenaria), para la realización de la prueba “El Licitante” adjudicado deberá aislar la fuente de alimentación secundaria (desconectar los bancos de baterías de la Fuente de Respaldo “FR”), asimismo, el trolebús deberá realizar los recorrido en línea durante el periodo establecido con una carga de 6/4. El objetivo de esta prueba es comprobar que la fuente principal de alimentación del trolebús es por catenaria, así como registrar y constatar que la operación y funcionamiento del trolebús no resultarán afectados cuando el sistema de respaldo se encuentre fuera de funcionamiento.

### 11.10 ACTA DE RECEPCIÓN PROVISIONAL

La recepción provisional se realizará para cada Trolebús cuando haya superado las pruebas señaladas en los puntos 11.6 “Pruebas”, 11.7 “Pruebas CIITEC”, 11.8 “Pruebas a considerar” y 11.9 “Prueba de Trolebuses en línea sin usuarios” de la presente Especificación y el STE considere que está en condiciones de operar en servicio normal a usuarios, esto quedará constatado con la elaboración del Acta de Recepción Provisional, la cual será firmada por los representantes técnicos del STE y “El Licitante” Adjudicado.

Una vez firmada el Acta, se comenzará a contabilizarse los periodos de garantía de acuerdo a lo que se establece en el punto 13. “Servicio Post-Venta”.

### 11.11 ACTA DE RECEPCIÓN DEFINITIVA

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Se elaborará un Acta de Recepción Definitiva para cada trolebús, una vez transcurrido el plazo de garantías (normales y particulares), que se haya cumplido con los niveles de calidad en el servicio establecidos en esta especificación, que no se tengan fallas sistemáticas y/o vicios ocultos no resueltos y no existan ampliaciones de garantía vigentes. Esto quedará constatado con la elaboración del Acta y será firmada por los representantes técnicos del STE y “El Licitante” Adjudicado.

## 12. INDICES DE FIABILIDAD, DISPONIBILIDAD Y MANTENIBILIDAD

### 12.1 FIABILIDAD

Considerando las condiciones del servicio, se exigirá el cumplimiento de requisitos mínimos de fiabilidad; para lo cual “El Licitante” adjudicado deberá elaborar un plan de fiabilidad que comprenda un estudio y un programa detallado, como se indica a continuación.

#### 12.1.1 ESPECIFICACIÓN DE LA FIABILIDAD POR LOTE, TROLEBÚS Y SUS SISTEMAS EN GARANTÍA

Toda avería se clasificará en función del tiempo de inmovilización del trolebús y de las afectaciones al servicio que se presta a los usuarios.

La fiabilidad se evaluará mediante la distancia media entre fallas (Mean Distance Between Failures, MDBF), y se entenderá por tal concepto la relación que existe entre el recorrido realizado por los trolebuses, y el número de fallas presentadas durante este recorrido.

$$MDBF = \frac{\textit{Kilómetros recorridos}}{\textit{Número de fallas}}$$

“El Licitante” adjudicado deberá atender la siguiente clasificación de averías por categoría y niveles de MDBF asociados:

#### **Averías categoría 1 y nivel de MDBF especificado.**

Indicador de fiabilidad MDBF1: La distancia recorrida en kilómetros entre la cantidad de incidentes en dicho periodo, se obtiene a partir de la frecuencia de incidentes con consecuencias significativas (clase 1) y causados en línea.

Los incidentes de clase 1 corresponden a una perturbación importante de la explotación en la línea que implica pérdida de vueltas y una calidad de servicio muy deteriorada, son caracterizados por los siguientes incidentes:

- El término de “trolebús con retraso” está dado por una o más averías que implican una inmovilización y/o un retraso con una duración de 10 minutos o más en el programa de explotación de los trolebuses en línea.
- El término de “trolebús descompuesto” está dado por una o más averías que conducen a la ejecución de la maniobra de apoyo-descompostura, para lograr el

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



retiro de un trolebús del servicio ayudado por otro o servicio auxiliar, acompañado de la evacuación de usuarios, el trolebús descompuesto implica retrasos importantes en el programa de explotación de los trolebuses en línea.

- El término de “trolebús evacuado” está dado por una o más averías que conducen al retiro de explotación del trolebús después de la evacuación de los usuarios, la seguridad de los mismos puede ser una de las causas de evacuación, según las situaciones puede implicar un retraso importante.

La medida del MDBF1 para los incidentes de clase 1 es definida por el cálculo siguiente:

$$MDBF1 = \frac{Km}{n1}$$

$\Sigma n1$ : Número total de los incidentes de clase 1, aparecidos sobre los trolebuses durante el periodo de observación.

$\Sigma Km$ : Suma total de kilómetros recorridos de los trolebuses durante el periodo de observación.

El tiempo de retraso incluye el tiempo de detección, localización de la avería y de intervención correspondiente para la puesta en servicio del trolebús.

El objetivo por lote de trolebuses para esta categoría de incidente MDBF1 = 270,000 (para un lote de 30 unidades)

### **Averías categoría 2 y nivel de MDBF especificado.**

Indicador de fiabilidad MDBF2: La distancia recorrida en kilómetros entre la cantidad de incidentes en dicho periodo, se obtiene a partir de la frecuencia de incidentes con consecuencias significativas (clase 2) y causados en línea.

Los incidentes de clase 2 corresponden a una notable perturbación de la explotación de la línea que implica pérdidas de vueltas programadas y una claridad de servicio deteriorada, ellas son caracterizadas por los siguientes incidentes:

- El estacionamiento de los trolebuses como consecuencia de una o más averías que implican un retraso de 5 a 10 minutos en el programa de explotación de los trolebuses en línea.
- Cualquier restablecimiento (encendido/apagado, reset, etc.) del trolebús, algún sistema o equipo no importando el tiempo que tome.

La medida del MDBF2 para los incidentes de clase 2 es definida por el cálculo siguiente:

$$MDBF2 = \frac{Km}{n2}$$

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



$\Sigma n_2$ : Número total de los incidentes de clase 2 aparecidos en la cantidad de trolebuses durante el periodo de observación.

$\Sigma Km$ : Suma total de kilómetros recorridos de los trolebuses durante el periodo de observación.

El tiempo de retraso incluye el tiempo de detección, localización de la avería y de intervención correspondiente para la puesta en servicio del trolebús.

El objetivo por lote de trolebuses para esta categoría de incidentes MDBF2 = 36,000 (para un lote de 30 unidades)

### **Averías categoría 3 y nivel de MDBF especificado**

Este indicador se mide tomando en cuenta todas las averías, se entenderán como averías de categoría 3, aquellas que den lugar a acciones de mantenimiento que requieran reparación o reemplazo de cualquier componente que no haya sido considerado como material de consumo.

La medida de la fiabilidad MDBF3 se define por el cálculo siguiente:

$$MDBF3 = \frac{Km}{ni}$$

$\Sigma ni$ : Número total de todas las averías de clases 1, 2 y 3, presentadas sobre cada trolebús durante un periodo de observación.

$\Sigma Km$ : Suma total de kilómetros recorridos por cada trolebús durante el periodo de observación.

El objetivo por trolebús para esta categoría de incidente es de MDBF3 = 9,000 (para un trolebús).

No serán consideradas como averías, en las categorías anteriormente mencionadas, aquellas que sean originadas por vandalismo, por un mantenimiento deficiente, inadecuada operación del equipo o agentes externos al servicio. Para estos casos "El Licitante" adjudicado deberá demostrar fehacientemente estas desviaciones.

"El Licitante" adjudicado, acepta el cumplimiento de los valores MDBF, para las averías de las categorías clases 1, 2 y 3.

### **12.1.2 ESPECIFICACIÓN DE LA FIABILIDAD POR SISTEMA**

Para el establecimiento de la fiabilidad, debe considerarse la clasificación de los sistemas del trolebús que se detallan a continuación, esta clasificación no es limitativa, en caso de haber omitido algún componente, "El Licitante" adjudicado deberá incluirlo en el grupo correspondiente.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



### **Sistema de tracción/frenado.**

Cabeza captadora de corriente, pértiga, base de pértiga, cableado, sistema ABS y ASR, Sistema de frenado, conectores, filtros, disyuntores, contactores, control de tracción/frenado, semiconductores de potencia, motor, resistencias, relevadores, transductores, conmutadores, protecciones y sistema de fuente de reserva "FR".

### **Sistema de generación de energía.**

Convertidor Auxiliar, baterías, cableado, conectores, semiconductores de potencia, transductores, filtros, lógica de control, transformadores, contactores, relevadores, conmutadores y protecciones.

### **Sistema de puertas.**

Equipo de control, actuadores neumáticos, mecanismos, cableado, conectores, relevadores, conmutadores, interruptores, protecciones, sensores, electroválvulas y filtros.

### **Sistema de generación y distribución de aire comprimido.**

Motor, compresor, secador, separador de aceite, cableado, conectores, relevadores, conmutadores, protecciones, mangueras, tuberías, depósitos de aire, regulador y filtros.

### **Sistemas mecánicos.**

Estructura de trolebús, suspensión delantera y trasera, sistema de frenado, electroválvulas de frenado, freno de estacionamiento, mazas, diferencial, llantas, rodamientos, acoplamiento de motor y sensores de velocidad.

### **Sistema de señalización y registro.**

Torretas, bloque señalización de fallas, letrero de ruta, registrador de eventos, transductores, velocímetros, cableado, conectores, botones, señalizaciones ópticas y acústicas, relevadores, conmutadores y protecciones.

### **Sistema de habitáculo.**

Carrocerías, soportes de equipos en estructura, puesto de operador, accesorios, puertas, cristales, piso, revestimientos, asientos, ventanas, ventilación, filtros, alumbrado, cableado, conectores, relevadores, conmutadores, protecciones y compartimientos.

<b>SISTEMAS</b>	<b>MDBF (Km)</b>
Sistema de tracción/frenado.	250,000
Sistema de generación de energía.	250,000
Sistema de puertas.	200,000
Sistema de generación y distribución de aire comprimido.	200,000

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Sistemas mecánicos.	250,000
Sistema de señalización y registro.	180,000
Sistema de habitáculo.	60,000

**NOTA:** No se describen la totalidad de los equipos, componentes o partes que conforman el trolebús, sin embargo todos los equipos, componentes o partes que conforman a un trolebús deben de cumplir con la fiabilidad solicitada como mínimo, dependiendo del tipo de equipo componente o parte, se aplicará la fiabilidad que corresponda de acuerdo al sistema al que pertenece.

### 12.1.3 PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA FIABILIDAD

La evaluación de la fiabilidad del lote de trolebuses, así como la de los sistemas antes definidos, se realizará por periodos mensuales de servicio. La imputabilidad de las averías se determinará de común acuerdo entre “El Licitante” adjudicado y el STE para los casos en los que “El Licitante” impute al STE, la causa de la avería, deberá demostrar fehacientemente su procedencia.

Considerando que “El Licitante” adjudicado entregue las unidades en lotes de 5 trolebuses, la evaluación de la fiabilidad del lote de trolebuses para las categorías 1 y 2, y para la fiabilidad de cada trolebús y de sus sistemas por categoría 3, se iniciará inmediatamente después de transcurrido 30 días de la Recepción Provisional para el lote entregado, 15 días transcurridos de la Recepción Provisional para el segundo lote y de 1 día transcurrido de la Recepción Provisional para los lotes restantes, evaluándose en periodos mensuales durante 12 meses y con base en los valores acumulados de kilometraje y número de fallas. Si “El Licitante” adjudicado configura de manera distinta la cantidad de trolebuses por lote y el número de Lotes de trolebuses a entregar, de manera conjunta y a satisfacción del STE, se deberá redefinir los tiempos antes establecidos para el inicio de la contabilización de la fiabilidad, dejando asentada la fecha en que se iniciará la evaluación de la fiabilidad en el Acta de Recepción Provisional.

Para los meses en que no se cumpla con la fiabilidad del trolebús o de alguno de los sistemas, se incrementará el periodo de garantía por la cantidad de meses incumplidos de fiabilidad, hasta acumular 12 meses de cumplimiento de la misma.

Si dentro del periodo de 12 meses de garantía por incumplimiento de los índices de fiabilidad se acumularan 3 meses, en forma continua o discontinua, las causas que motiven el incumplimiento serán también consideradas como Vicios Ocultos, conforme a lo dispuesto en el punto 13.1.3 “Defectos, Fallas Sistemáticas y Vicios Ocultos” de esta especificación técnica.

### 12.1.4 ESTUDIO DE FIABILIDAD

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



“El Licitante” adjudicado proporcionará un estudio definitivo de las consideraciones y acciones para el logro de la fiabilidad de cada uno de los sistemas propuestos, con base en las condiciones establecidas en el presente documento.

“El Licitante” adjudicado deberá someter a consideración del STE, un mes antes de la firma del Acta de Recepción Provisional del primer trolebús, una propuesta de los procedimientos y los formatos de registro de resultados para evaluar el cumplimiento de los niveles de fiabilidad propuestos.

## 12.2 DISPONIBILIDAD

“El Licitante” adjudicado deberá garantizar un índice mínimo del 98% de disponibilidad para cada trolebús, considerando como base el tiempo de operación establecido y el tiempo de inmovilización por mantenimiento correctivo.

El Índice de Disponibilidad de los trolebuses (IDT) se calculará de acuerdo a la expresión que se establece a continuación, para períodos de servicio de 30 días. Los cálculos correspondientes se efectuarán en forma conjunta entre “El Licitante” adjudicado y el STE.

$$IDT = 100 \frac{TOE - TIMC}{TOE} \%$$

En donde:

TOE= Tiempo de Operación Establecido.

TIMC= Tiempo de Inmovilización por Mantenimiento Correctivo. Se aclara que el TIMC solo se contabilizará durante el tiempo de servicio prestado (22 horas en día laborable y 21 horas en domingo y días festivos).

La evaluación de la Disponibilidad deberá dar inicio al mismo tiempo que la evaluación de la fiabilidad determinada para cada trolebús.

La disponibilidad del lote de trolebuses en servicio (IDT) se evaluará de acuerdo a la expresión antes indicada, para periodos de servicio de 30 días, iniciándose a partir de la conclusión del periodo de gracia de cada trolebús y finalizado al término del periodo de garantía normal; ésta se determinará a través de los tiempos de inmovilización para cualquier causa imputable al “El Licitante” adjudicado, el incumplimiento al índice de disponibilidad especificado de un periodo de 90 días se compensará al STE con la prolongación de la garantía del trolebús correspondiente en un periodo igual, es decir 90 días adicionales, independientemente a otras sanciones.

## 12.3 MANTENIBILIDAD

Con la finalidad de lograr un alto nivel de disponibilidad del lote de trolebuses, la determinación precisa de los procedimientos y los medios necesarios para el mantenimiento

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



se debe concebir desde la etapa de diseño de los trolebuses, aplicando los siguientes criterios:

### 12.3.1 CRITERIOS DE MANTENIBILIDAD

La aplicación de los criterios de mantenibilidad que se describen a continuación, se efectuarán con base en la misma clasificación de los sistemas que se establecen en el punto 12.1 “Fiabilidad” de la presente especificación, considerando la composición de estos sistemas en conjunto, subconjuntos, equipos y componentes:

- **Facilidad de detección de las averías.** Esta característica se refiere a la aplicación de medios para la detección de averías, integrados desde la concepción de los trolebuses.
- **Posibilidad de prueba.** La posibilidad de probar un dispositivo es la capacidad para que sea declarado en buen estado o en falla dentro de los límites de tiempo especificados, según los procedimientos y condiciones determinadas.
- **Accesibilidad.** Para un conjunto, subconjunto, equipo o elemento instalado en las unidades, se debe brindar al personal de mantenimiento la posibilidad de manipularlo, para ejecutar con los medios necesarios (herramientas, instrumentos de medición y de control) las pruebas y operaciones que exigen la realización de los mantenimientos preventivo y correctivo. Los dispositivos considerados como menos fiables deben tener la mejor accesibilidad.
- **Intercambiabilidad.** Debe ser posible el reemplazo de un conjunto, subconjunto, equipo o elemento de los trolebuses por un dispositivo similar sin requerirse de ajustes, ni modificaciones.
- **Modularidad.** Los equipos se concebirán de tipología modular, y en la medida de lo posible todos los equipos desmontables se podrán desmontar por una sola persona de mantenimiento. 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.
- **Desmontabilidad.** Se caracteriza por la posibilidad de descomponer un conjunto en subconjuntos, elementos y componentes.
- **Detección y regulación de los límites de desgaste.** Es la capacidad de detectar y medir con facilidad el desgaste, sobre todo en elementos mecánicos, así como la posibilidad de restituir a éstos las condiciones de operación establecidas.
- **Facilidad de limpieza.** Es la capacidad de los equipos y carrocería, en su interior y exterior, de ser limpiados de manera simple y eficaz, tomando en cuenta los aspectos de tiempo, costo y seguridad.
- **Seguridad.** El personal que realizará las intervenciones no correrá ningún riesgo.
- **Ergonomía.** El diseño de los trolebuses debe permitir que su mantenimiento se realice bajo condiciones adecuadas a la anatomía humana y a sus movimientos.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



- **Capacidad de evolución.** En el caso de que algunos componentes o subsistemas se vuelvan obsoletos, el diseño del trolebús 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 las interfaces mecánicas, eléctricas o de software.

### 12.3.2 PLAN DE MANTENIBILIDAD

“El Licitante” deberá presentar, en la revisión de diseño, el estudio definitivo, que comprenda un programa detallado de evaluación de la mantenibilidad en las etapas de concepción, fabricación, puesta en servicio y operación de los trolebuses, que contendrá los procedimientos y los formatos de reportes de resultados asociados a cada una de estas etapas, que demuestren que los objetivos de la mantenibilidad han sido alcanzados en los términos de esta especificación técnica.

### 12.4 PLAN DE MANTENIMIENTO

El plan de mantenimiento que presente “El Licitante” adjudicado deberá contener de una manera amplia y detallada la siguiente información:

Actividades, periodicidades, tiempos de ejecución, procedimiento de trabajo, refacciones y materiales (logística), recursos humanos, equipos y herramientas, calificación ponderada de las actividades de mantenimiento, formatos para reportes de trabajo y control de actividades, recursos informáticos para la administración y gestión del mantenimiento, control de calidad, normas de seguridad, organización y gestión del personal, horarios y turnos, etc., más la documentación que “El Licitante” adjudicado considere necesaria para establecer el plan de mantenimiento.

### 12.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo es el conjunto de las acciones a efectuar según criterios determinados previamente por el “El Licitante” adjudicado y por los fabricantes de sus diferentes equipos, para asegurar el correcto funcionamiento del trolebús, conforme a las exigencias de fiabilidad, seguridad, disponibilidad, mantenibilidad, imagen y confort exigidas en esta especificación, además de lo establecido en los manuales de mantenimiento de los fabricantes, “El Licitante” adjudicado deberá considerar las actividades adicionales de mantenimiento que se requieran de acuerdo a las exigencias de la operación. Estas acciones se efectuarán por personal técnico del STE debidamente capacitado por “El Licitante” adjudicado con base en los manuales técnicos correspondientes y bajo supervisión de éste.

De manera informativa más no limitativa se deberán de efectuar los siguientes tipos de mantenimiento, más los que “El Licitante” adjudicado considere necesarios, de acuerdo a su plan de mantenimiento:

- Mantenimiento Sistemático de corta periodicidad.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Este tipo de mantenimiento se realizará de acuerdo a las periodicidades y recorridos establecidos en los manuales de mantenimiento del fabricante de los trolebuses y de los distintos equipos del trolebús y podrán ser ajustados de acuerdo a las condiciones de operación en el servicio.

- **Mantenimiento Mayor.**

Son las actividades de OVER HAUL (Gran revisión), que permiten restituir al trolebús y a sus equipos sus características originales de operación, que permitan a estos mantener los niveles originales de seguridad, fiabilidad, disponibilidad, confort e imagen. Estas actividades se realizarán de acuerdo a las periodicidades y recorridos establecidos en los manuales de mantenimiento del fabricante de los trolebuses y de los distintos equipos del trolebús y podrán ser ajustadas de acuerdo a las condiciones de operación en el servicio.

### 12.5.1 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

“El Licitante” adjudicado deberá entregar para su validación en forma oficial al STE, 30 días (naturales como mínimo) antes de la firma del Acta de Recepción Provisional del primer trolebús, el Programa de Mantenimiento para 12 meses. Este programa se ajustará a periodos de 30 días. Una semana antes del término de cada periodo de 30 días “El Licitante” adjudicado elaborará un nuevo programa correspondiente al siguiente periodo de 30 días de acuerdo a los kilómetros reales recorridos hasta ese momento, con la proyección de kilometraje a recorrer en dicho periodo, debiéndose además considerar para efectos de la programación de entrada de los trolebuses a talleres, un programa semanal en función de los kilometrajes reales recorridos.

Semanalmente, los días miércoles, “El Licitante” adjudicado deberá entregar al jefe de taller, con el visto bueno de la Gerencia de Ingeniería y Tecnología, el programa de mantenimiento correspondiente a la semana siguiente.

Los programas anuales subsecuentes deberán ser entregados por “El Licitante” adjudicado al STE, 30 días antes del inicio del ciclo correspondiente, esto durante toda la vigencia del periodo de Garantía Normal.

Semanalmente al término de las actividades el responsable del mantenimiento por parte de “El Licitante” adjudicado deberá entregar al jefe de taller, con el visto bueno de la Gerencia de Ingeniería y Tecnología los reportes correspondientes con toda la información respecto a las actividades realizadas, refacciones y materiales utilizados, horarios de inicio y termino de actividades y cualquier otra información relevante respecto al mantenimiento realizado.

### 12.5.2 MODIFICACIONES A LOS CRITERIOS DE MANTENIMIENTO

Cuando de acuerdo a las condiciones de operación y comportamiento del trolebús y sus diferentes equipos sea necesario modificar los criterios de mantenimiento (periodicidad, intervalos de kilometraje entre mantenimientos, actividades de mantenimiento, etc.), respecto a los establecidos originalmente en los manuales de mantenimiento y en el plan de

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



mantenimiento “El Licitante” adjudicado con el visto bueno del STE, lo pondrá a consideración y en caso de existir la justificación y ser aprobado por ambas partes, se elaborarán los ajustes correspondientes al plan de mantenimiento y al programa de mantenimiento, realizando la retroalimentación en los respectivos manuales de mantenimiento.

### 12.5.3 EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El servicio de mantenimiento se evaluará en su calidad y cantidad, tomando como base los criterios establecidos en los documentos del plan de mantenimiento. Para las actividades programadas por intervalos de tiempo se darán como cumplidas siempre y cuando se realicen en la fecha establecida en el programa semanal; para las actividades que se programen según el recorrido kilométrico de los trolebuses se considerarán como cumplidas siempre y cuando se realicen en la fecha en que fueron programadas, considerándose en este caso un margen kilométrico máximo del 10% respecto al establecido en los manuales de mantenimiento del fabricante de trolebuses y sus equipos o del que se haya determinado modificar en los términos del punto 12.5.2 “Modificaciones a los criterios de mantenimiento”.

La evaluación del servicio de mantenimiento se hará por periodos de 30 días considerando los criterios anteriores. Para las actividades programadas o reprogramadas que no se realicen según el programa semanal y/o hayan rebasado el criterio máximo del 10% de los kilómetros especificados, se considerarán como no realizadas y se aplicarán los descuentos y penas convencionales correspondientes (por tiempos de inmovilización), hasta que éstas sean realizadas. Asimismo, si habiéndose realizado éstas no cumplen con la calidad establecida, se considerarán como no cumplidas para efectos de evaluación y se aplicarán las penas convencionales, hasta que éstas sean realizadas correctamente.

**En caso de incumplimiento se aplicará lo establecido en el apartado correspondiente del contrato.**

Cualquier actividad no realizada por “El Licitante” adjudicado que a juicio del STE ponga en riesgo la seguridad, éste último podrá exigir la detención del trolebús hasta que haya sido ejecutada a satisfacción del STE, considerando los tiempos de inmovilización imputable a “El Licitante” adjudicado. El incumplimiento reiterativo será motivo de penas convencionales conforme al apartado correspondiente del contrato.

### 12.5.4 CALIFICACIÓN PONDERADA DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Como parte del plan de mantenimiento “El Licitante” adjudicado deberá considerar una calificación ponderada de las actividades de mantenimiento, es decir, deberá agrupar todas las actividades por sistema y subsistemas funcionales, considerando como unidades según su cobertura: trolebús, sistemas y equipos, para esta agrupación de actividades por sistemas y subsistemas funcionales, deberá presentar una calificación ponderada en puntos para cada actividad en función de su impacto e importancia en la seguridad, operación de los sistemas y costos unitario. Esta ponderación deberá ser puesta a consideración del STE,

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



quien podrá hacer los ajustes que considere convenientes. Una vez convenido entre ambas partes el valor ponderado, este será utilizado para evaluar el nivel de cumplimiento de las actividades programadas en cada periodo de evaluación de 30 días.

### 13. SERVICIO POST-VENTA

#### 13.1 GARANTÍAS

“El Licitante” adjudicado se obliga con el STE a proporcionar las siguientes garantías de buena fabricación y correcto funcionamiento bajo condiciones normales de operación.

##### 13.1.1 GARANTÍA NORMAL

Es la garantía por 1 año para cada trolebús como conjunto.

##### 13.1.2 GARANTÍAS PARTICULARES

1. Garantía de 2 años para:
  - a) Los elementos de la parte eléctrica y electrónica y dispositivos de protección.
  - b) Motocompesor.
  
2. Garantía de 3 años para:
  - a) Conjunto de puertas de ascenso, descenso, rampa para personas con discapacidad en silla de ruedas y secador de aire.
  - b) Actuadores neumáticos de operación de puertas.
  - c) Para la pintura en general.
  
3. Garantía de 5 años para:
  - a) Las tomas de corriente y de conexión rápida, interruptores, terminales, resistencias y baterías (sistema de Respaldo de Energía), baterías de 24V (control).
  - b) Para protecciones anticorrosivas de carrocería.
  - c) Para el caso del mecanismo de suspensión delantera y trasera, la garantía cubrirá 5 años como conjunto, a excepción de materiales de consumo siempre y cuando no sea por falla sistemática.
  - d) Eje delantero y trasero.
  - e) Diferencial
  - f) Caja de transmisión o cardan.
  - g) Motor de tracción.
  - h) Elementos involucrados en el doble aislamiento para evitar carrocería energizada.
  - i) Sistema de captación de corriente.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



j) Retrievers.

“El Licitante” adjudicado se obliga a proporcionar al STE las mismas garantías que sus proveedores le extiendan por los componentes, partes y equipos, en el caso de que éstas sean superiores a las que mencionan los incisos 1, 2 y 3 de este apartado.

Los equipos y suministros de los trolebuses deberán estar libres de defectos de diseño, fabricación, materiales y mano de obra, para lo cual “El Licitante” responderá por fallas sistemáticas y/o vicios ocultos y por buena calidad y correcto funcionamiento de los equipos de manera que técnicamente corresponda a materiales de la mejor calidad.

Para la aplicación de las garantías, en caso de avería de un trolebús, previo a la reclamación, deberá existir un reporte del STE por escrito en el que aparezca el defecto o tipo de la falla, con el cual se notificará a “El Licitante” para que proceda a la atención de la falla.

**13.1.3 DEFECTOS, FALLAS SISTEMÁTICAS Y VICIOS OCULTOS**

Entiéndase por:

- Defecto, Falla o Avería: La carencia o falta de funcionamiento de los sistemas, equipos o componentes que integran al trolebús durante el periodo de garantías. El defecto se contabilizará de forma unitaria, “El Licitante” adjudicado se obligará a realizar la reparación del equipo en cuestión, si el defecto reaparece en más de 3 ocasiones, será considerado como vicio oculto y “El Licitante” adjudicado se obligará a realizar el cambio del equipo con defecto del trolebús.
- Falla sistemática: La aparición de defectos repetitivos sobre un mismo sistema, equipo o componente en más de un trolebús del lote de fabricación, durante el periodo de garantías. Para que los defectos se contabilicen como falla sistemática deberá presentarse al menos una vez en el 10% del lote de fabricación de los trolebuses, en este caso “El Licitante” adjudicado se obligará a realizar el cambio del sistema o equipo en cuestión del lote completo de trolebuses.
- Vicio oculto: Es la falta de calidad, anomalías e imperfecciones en los equipos, componentes o en el funcionamiento de los sistemas que integran al trolebús y que no fueron reconocibles o perceptibles al momento de las revisiones. El vicio oculto podrá contabilizarse y repararse de manera unitaria por “El Licitante” adjudicado, asimismo, “El Licitante” adjudicado deberá realizar estudios en los equipos en cuestión del lote total de fabricación de los trolebuses, si los resultados de dichos estudios demuestran algún vicio oculto en más del 10% de equipos del lote total de fabricación, “El Licitante” adjudicado se obliga a realizar el cambio total de los equipos que integran el lote de trolebuses.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Para el caso de Defecto, Falla Sistemática y Vicio Oculto, “El Licitante” adjudicado deberá realizar la reparación o el reemplazo del o los equipos o componentes en cuestión según sea el caso, sin cargo alguno y a completa satisfacción del STE y “El Licitante” adjudicado indemnizará al STE por daños y perjuicios que dichos Defectos, Fallas Sistemáticas o Vicio Oculto hubieran causado. “El Licitante” adjudicado antes de realizar la reparación o el reemplazo presentará alternativas de reparación o cambio, según sea el caso, del equipo o componente que haya presentado el Defecto, Falla Sistemática o Vicio Oculto al STE para su visto bueno y aprobación. Esto no eximirá a “El Licitante” adjudicado en garantizar el buen funcionamiento del equipo o componente reparado o reemplazado.

El análisis de las reparaciones y sustituciones correctivas a causa de Defecto, Falla Sistemática o Vicios Oculto, deberá iniciarse por “El Licitante” adjudicado a más tardar en 24 (veinticuatro) horas después de ser notificado de la existencia de tal Defecto, Falla Sistemática o Vicio Oculto, “El Licitante” adjudicado se obliga a entregar los equipos o componentes libres de Defecto, Fallas Sistemáticas o Vicio Oculto, en el menor plazo posible, que para cada caso será establecido de común acuerdo entre el STE y “El Licitante” adjudicado. Sin menos cabo de la sanción económica por inmovilización.

La sanción por inmovilización se refiere a la falta de disponibilidad del (los) trolebús (es) cuando no se cumple el índice de disponibilidad del 98%. Se aplica considerando el monto que dejan de captar el o los vehículos por no prestar el servicio de transporte público al que están destinados y el tiempo que permaneció fuera de servicio con relación al parámetro del 98%. El monto de captación se calculará con base en la estadística de día hábil registrada en el último mes natural.

En todo caso “El Licitante” adjudicado se obligará a aplicar las correcciones necesarias por su cuenta y cargo hasta eliminar los Defectos, Fallas Sistemáticas o Vicios Ocultos a satisfacción del STE, además de cubrir las sanciones que por motivo de inmovilización se establezcan. Si en un periodo de 120 días “El Licitante” adjudicado no ha terminado con la corrección al 100% de los equipos y/o componentes en donde se haya detectado el Defecto, Falla Sistemática o Vicio Oculto, el Organismo podrá tomar las medidas correctivas necesarias con cargo al “El Licitante” adjudicado, para eliminarlos de manera definitiva y satisfactoria, haciendo uso de la fianza de cumplimiento del contrato.

#### **13.1.4 VIGENCIA DE GARANTÍAS**

Todos los plazos de estas garantías para cada trolebús, se computarán a partir de la firma del Acta de Recepción Provisional y hasta el término establecido en los puntos 13.1.1 “Garantía Normal” y 13.1.2 “Garantías Particulares” de esta especificación técnica, más sus ampliaciones.

#### **13.1.5 AMPLIACIONES**

Si durante el periodo de garantías, se presentaran inmovilizaciones de trolebuses a consecuencia de un Defecto, Avería, Falla Sistemática o Vicio Oculto por un término

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



ininterrumpido mayor de dos días naturales, las Garantías Vigentes (Normal y/o Particulares) se verán afectadas, ampliándose por el periodo de inmovilización, contado a partir del tercer día natural y hasta su puesta en servicio. Además de las sanciones que por motivos de inmovilización se establezcan.

A partir del momento en que se determine Defecto, Falla Sistemática o Vicio oculto y hasta su solución en todos los equipos en servicio, quedará anulado el periodo de garantía transcurrido, iniciándose uno nuevo de igual duración a la indicada en los puntos 13.1.1 “Garantía Normal” y 13.1.2 “Garantías Particulares” de esta especificación técnica, según corresponda.

### 13.1.6 OBLIGACIONES DE GARANTÍAS

- a) “El Licitante” adjudicado es el único responsable ante el STE del cumplimiento de las garantías, no importando cual sea el origen de los diversos componentes y partes que integren a los trolebuses.
- b) Con objeto de cumplir satisfactoriamente con las garantías establecidas, “El Licitante” adjudicado y/o sus proveedores se comprometerán a mantener un lote de refacciones y materiales en las instalaciones del STE (STOCK), para asegurar el servicio de garantías desde el inicio de las pruebas y hasta la terminación de los plazos de garantías, en caso de no contar con la refacción en las instalaciones del STE, “El Licitante” adjudicado se compromete a enviarlas de sus almacenes, en un plazo no mayor a 24 horas, asimismo, el STE podrá adquirir del “El Licitante” adjudicado mediante cargo adicional, las refacciones sobrantes al final de las garantías.
- c) Durante el periodo de garantías, el STE podrá hacer modificaciones en los trolebuses, de común acuerdo con “El Licitante” adjudicado.
- d) “El Licitante” adjudicado se obliga a tener personal capacitado en los talleres de mantenimiento para hacer frente a la aplicación de garantías y soporte técnico durante el tiempo de duración de las mismas.
- e) La falla, defecto o avería de un componente de cualquier equipo, obligará a dar garantía sobre todo el equipo como conjunto, no como pieza única.

### 13.2 IMAGEN Y CONFORT

“El Licitante” adjudicado especificará todas las actividades necesarias para el mantenimiento que aseguren la adecuada imagen, aspecto interior y exterior de los trolebuses y del área del operador, derivadas del normal deterioro producido durante la operación (pintura, reparación de forros de interior, aplicación de productos protectores, asientos de pasajeros, asiento de operador, etc.), así como todas las actividades necesarias para la conservación de la pintura exterior.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



### 13.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo es el conjunto de las acciones de reparación, efectuadas para volver a poner los sistemas o los órganos en estado de funcionamiento, después de una falla que haya alterado o suprimido su capacidad para cumplir con la función requerida.

Las intervenciones de mantenimiento correctivo serán jerarquizadas en niveles de mantenimiento, caracterizados por su naturaleza y los lugares donde se deban efectuar los trabajos correspondientes.

**Primer nivel.** Tiene por objetivo en un trolebús, localizar y corregir la falla, y si es el caso la sustitución del equipo defectuoso (Sistema, equipo o componente), para que el trolebús esté disponible en el menor tiempo posible, dentro de este tipo de avería se consideraran los reset o restablecimiento de los equipos electrónicos sea motivado por software o hardware.

**Segundo nivel.** Con el equipo desmontado por las intervenciones del primer nivel, se localizará el componente defectuoso (Subconjunto, componente, dispositivo, tarjeta, etc.) y se reemplazará.

**Tercer nivel.** Tiene por objeto reparar, a nivel de componentes los subconjuntos o tarjetas desmontados en las intervenciones de primer y/o segundo nivel, empleando bancos de prueba y herramientas especiales.

El primer nivel de mantenimiento podrá realizarse en fosas de inspección, en el taller de mantenimiento a trolebuses y excepcionalmente en línea o terminales.

El segundo y tercer nivel se podrán efectuar únicamente en el taller de mantenimiento a trolebuses.

Las actividades de mantenimiento correctivo deberán estar organizadas de tal forma que aseguren la mayor disponibilidad de trolebuses.

“El Licitante” adjudicado deberá prever el personal suficiente en cada uno de los puntos de intervención antes citados, incluyendo un técnico por turno, itinerante en la línea durante todo el horario de servicio, debidamente capacitados para la atención de averías en trolebuses durante la operación, para asegurar los requerimientos de disponibilidad del servicio y atender oportunamente cualquier eventualidad que pudiera afectar la continuidad del servicio.

Los horarios y turnos que se deben cubrir deberán permitir una ágil y oportuna intervención durante todo el horario de servicio: el personal técnico para la atención de averías, deberá estar disponible en el horario de 08:00 hrs a 17:00 hrs en días hábiles, en domingos y días festivos a criterio de “El Licitante”. Si se requiere laborar en alguna intervención por cuestiones de disponibilidad de trolebuses o exigencias del servicio, estos horarios podrán modificarse.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Para todas las actividades con las que se tenga que interactuar con los responsables de la operación (Área de transportación) será a través del jefe de taller del STE. En la etapa de revisión del plan de Mantenimiento se definirá al detalle la interacción entre el personal de “El Licitante” adjudicado y el personal del STE, para la atención de averías en los puntos arriba señalados, así como durante la operación en la línea.

### 13.3.1 CONDICIONES PARA EL REFACCIONAMIENTO

“El Licitante” adjudicado dispondrá de forma permanente, de un stock adecuado de equipos, refacciones, consumibles y materiales para el buen desarrollo de las actividades mantenimiento correctivo.

Los equipos, refacciones, consumibles y materiales utilizados en los trabajos relativos al mantenimiento correctivo de los trolebuses serán de la marca original suministrados por el fabricante o distribuidor oficial.

### 13.4 ATENCIÓN DE SITUACIONES DE EMERGENCIA

Es obligación de “El Licitante” adjudicado atender bajo la coordinación del STE, cualquier incidencia que se presente con los trolebuses motivo de esta especificación, tales como accidentes, colisiones o percances, con la diligencia debida para afectar lo menos posible la operación, debiendo disponer para ello de los equipamientos adecuados. En la etapa de revisión del plan de Mantenimiento se definirá al detalle la interacción entre el personal de “El Licitante” adjudicado y el personal del STE.

### 13.5 TALLERES INSTALACIONES Y EQUIPOS

#### 13.5.1 TALLERES

Una vez adjudicado el contrato, el STE proporcionará a “El Licitante” adjudicado los espacios que podrá disponer para establecer la residencia de su personal técnico calificado para efectos de realizar la recepción, el acondicionamiento, pruebas, puesta en servicio, garantías, etc., objeto de la presente especificación. “El Licitante” adjudicado será el responsable de adecuar y equipar las instalaciones debidamente para realizar sus actividades.

#### 13.5.2 INSTALACIONES Y EQUIPOS

Para el caso de las instalaciones que el STE ponga a disposición de “El Licitante” adjudicado será totalmente responsabilidad de éste en cuanto a su cuidado, mantenimiento, seguridad y desempeño.

El uso de las instalaciones que el STE, ponga a disposición de “El Licitante” adjudicado estará sujeto a los reglamentos internos del STE. El mantenimiento y conservación de estas instalaciones correrán a cargo de “El Licitante” adjudicado.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



### 13.6 NORMAS DE SEGURIDAD Y DISPOSICIONES INTERNAS DEL STE

Es obligación de “El Licitante” adjudicado y de su personal el cumplimiento de la normatividad y disposiciones de seguridad del STE y las internas del taller. El STE dará a conocer tales disposiciones durante la etapa de Revisión de Diseño. El incumplimiento de estas será objeto de los reportes correspondientes. En caso de cualquier incidente que repercuta en daños al STE (personal e infraestructura), terceras personas y su personal, motivados por actividades propias de “El Licitante” adjudicado, este asumirá totalmente la responsabilidad y cubrirá los costos de reparación de los daños a instalaciones y personas a plena satisfacción del STE.

### 13.7 EXISTENCIA DE REFACCIONAMIENTO EN EL MERCADO

“El Licitante” adjudicado se obliga a que él y sus Proveedores garanticen la existencia en el mercado para el suministro de todos los materiales, refacciones y equipos requeridos para el mantenimiento de los trolebuses, de por lo menos 10 años.

Asimismo, deberá informar y documentar al STE, la actualización de manuales y catálogos de partes que sufran cambios por avances tecnológicos.

“El Licitante” deberá entregar dentro de su Propuesta Técnica un escrito bajo protesta de decir verdad que garantiza la existencia de refacciones para el mantenimiento de los trolebuses de por lo menos 10 años a partir de la firma del Acta de Recepción Definitiva.

## 14. GENERALIDADES

### 14.1 NORMAS

Cuando exista alguna divergencia a lo previsto en las especificaciones técnicas establecidas, “El Licitante” adjudicado se sujetará a las normas de fabricación, Nacionales y/o Internacionales en general aplicables a la construcción de trolebuses para transporte de pasajeros de tracción eléctrica.

Para la fabricación de los trolebuses a que se refiere este documento, “El Licitante” adjudicado deberá incorporar elementos y partes de fabricación Nacional o Extranjera que cumplan con las normas y estándares de calidad correspondientes.

### 14.2 CONDICIONES GENERALES

Cuando los documentos y el conjunto de planos proporcionados por los proveedores originales, no presenten los detalles requeridos para la fabricación, mantenimiento y operación, “El Licitante” adjudicado deberá complementarlos basado en su experiencia, en el estudio de los trolebuses, o en los detalles de diseño.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



Todos los trolebuses suministrados deberán ser uniformes. Cualquier cambio hecho en los sistemas o algún equipo deberá ser incorporado en la totalidad de los trolebuses después de haber sido acordado por medio de los Representantes Técnicos.

Asimismo, cualquier cambio generado durante la puesta en servicio y operación, deberá contemplar la actualización del plano, manual, procedimiento, capacitación, etc. que se haya afectado por dicho cambio.

### 14.3 OBLIGACIONES

“El Licitante” adjudicado se obliga a diseñar, fabricar y entregar los Trolebuses en correcto estado de funcionamiento de conformidad con las especificaciones que se señalan en el presente documento. El Licitante adjudicado deberá entregar el total de los trolebuses más tardar el 15 de noviembre de 2019 en las instalaciones del STE ubicadas en la Ciudad de México (depósito Tetepilco), lo cual quedará documentado mediante el Acta de Recepción a que se refiere el punto 11.4.2 de ésta Especificación Técnica.

“El Licitante” adjudicado deberá proporcionar el listado de componentes (especialidades) de los trolebuses, indicando cuál de las partes son de fabricación Nacional y cuáles de fabricación Extranjera, antes de la entrega del primer trolebús. Dicha documentación deberá integrarse en el Acta de Recepción Provisional.

Los trolebuses serán designados con las siglas 19XX (número económico), las cuales deberán aparecer en instructivos, planos y en general, en todos los documentos.

Los trolebuses deberán contar con identificación de número de serie en la carrocería, dicha identificación deberá contener como mínimo el número económico de la unidad, fecha de fabricación, país de origen y fabricante.

Todas las partes y equipos que se empleen en la fabricación, deberán ser intercambiables en su función y físicamente adecuados para fines de montaje.

“El Licitante” adjudicado es el único responsable ante el STE del cumplimiento de las especificaciones en la fabricación, traslado, acondicionamiento, pruebas, puesta en servicio y periodos de garantías, no importando cual sea el origen de los diversos componentes y partes que integran a los trolebuses.

“El Licitante” adjudicado deberá considerar un lote de refacciones suficiente para mantener en operación los trolebuses durante el periodo de Garantía Normal (para mantenimiento preventivo).

“El Licitante” adjudicado deberá entregar al STE, la relación del lote de refacciones (para mantenimiento preventivo), mostrando la cantidad del lote completo y el desglose por cada trolebús, dicha relación deberá ser entregada previo a la firma del Acta de Recepción Provisional.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



“El Licitante” adjudicado deberá mantener disponible un refaccionamiento (STOCK) para atender defectos, fallas sistemáticas o vicios ocultos de los trolebuses durante los periodos de Garantías (para mantenimiento correctivo).

“El Licitante” adjudicado se obliga a instalar y poner en funcionamiento en las instalaciones del STE los bancos de prueba y el sistema para alineación y balanceo de llantas previo a la firma de la primer Acta de Recepción Provisional.

“El Licitante” adjudicado se obliga a proporcionar 11 equipos portátiles (Laptop), como lo señala el punto 9.4. “Características de los equipos portátiles”, con los software necesarios para mantener la comunicación y realizar la extracción de datos de todos los equipos informáticos embarcados de manera local, así como, a través de la informática embarcada del trolebús, se deberá integrar a cada equipo portátil las interfaces necesarias para la comunicación con todos los equipos embarcados del trolebús.

El transporte, protección del trolebús, así como la integridad de los equipos durante su traslado entre la planta y el depósito de Tetepilco y hasta la firma del Acta de Recepción Provisional (a excepción de la prueba de 30 días con usuarios), serán total responsabilidad de “El Licitante” adjudicado.

#### 14.4 CAPACITACIÓN

“El Licitante” adjudicado deberá impartir la capacitación necesaria para lograr una transferencia de conocimientos tecnológicos al personal del STE, sobre la conducción y operación segura de los trolebuses, así como del mantenimiento a todos sus niveles preventivo, correctivo y mayor del trolebús en conjunto y de sus componentes, incluyendo la capacitación para la operación y mantenimiento de los bancos de pruebas solicitados en el punto 2 “Datos Generales” de la presente especificación. Dichos cursos deberán ser impartidos por especialistas, en sesiones compartidas de teoría y práctica.

Para dar cumplimiento a lo anterior, “El Licitante” adjudicado organizará los cursos que sean precisos para la formación técnica y operativa, aportando el material didáctico en forma impresa y respaldo en discos compactos utilizando versiones recientes de Microsoft Office, así como el personal competente y con dominio en la materia para la capacitación.

“El Licitante” deberá desarrollar el programa de capacitación con los temas correspondientes, el cual, debe ser incluido en la Propuesta Técnica.

Durante la etapa de desarrollo del diseño, “El Licitante” adjudicado proporcionará su plan de capacitación para la evaluación del STE, quien se reserva el derecho de adecuar los alcances y su contenido. “El Licitante” adjudicado debe aceptar las adecuaciones que indique el STE sin ninguna repercusión económica.

La capacitación se deberá realizar en los talleres e instalaciones del STE, para lo cual proporcionará la herramienta especial y equipo de pruebas necesario para este fin, mismos que al final de la capacitación pasarán a poder del STE, el periodo de capacitación se

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--



acordará en el transcurso de la fabricación del primer trolebús, los cursos deberán ser impartidos en idioma español, el material didáctico será entregado con 2 (dos) semanas de anticipación a la impartición de cada curso, el STE designará al personal para cada curso de capacitación.

Al término de cada curso de capacitación, “El Licitante” adjudicado se obliga a proporcionar a cada participante un reconocimiento de capacitación.

Al finalizar el programa de capacitación, El Licitante” adjudicado se obliga a entregar la relación del personal capacitado y de los cursos impartidos, adjuntando a dicho programa las listas de asistencia y copias de los reconocimientos entregados.

## 15. ARBITRAJE TÉCNICO

La controversia técnica que se suscite entre las partes con motivo de cualquier problema relacionado con la ejecución del contrato, será sometida a un árbitro, mismo que será designado por ambas partes, dentro del ámbito nacional, el que podrá solicitar la opinión técnica de las entidades que estime conveniente. El fallo arbitral será obligatorio para ambas partes, sin posterior recurso, como cosa juzgada.

## 16. PROPUESTA TÉCNICA

“El Licitante”, deberá contemplar en su documentación técnica la utilización de sistemas y equipos para transporte de pasajeros con tecnología actualizada, asimismo, deberá entregar los cálculos, pruebas y simulaciones que demuestren el cumplimiento de las presentes especificaciones técnicas.

En el apéndice “G”, se establecen los conceptos que deberán ser considerados para la integración de la Propuesta Técnica.

Rev.2 10.01.19	Rev. 3 21.01.19	Rev. 4 07.02.19				
----------------	-----------------	-----------------	--	--	--	--