

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**PROYECTO TÉCNICO**

Previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico

**TEMA:**

---

“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA CARROCERÍA DE LOS AUTOBUSES INTERPROVINCIALES BASADO EN EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA EMPRESA CARROCERÍAS PÉREZ”

---

**AUTOR:** Tirado Guamán Juan Gabriel.

**TUTOR:** Ing. Mg. Gustavo Patín.

**Ambato – Ecuador**

**2017**

## **CERTIFICACIÓN**

En calidad de tutor de la presente Tesis de grado, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el Tema: “ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA CARROCERÍA DE LOS AUTOBUSES INTERPROVINCIALES BASADO EN EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA EMPRESA CARROCERÍAS PÉREZ” Elaborado por el Sr. Tirado Guamán Juan Gabriel, estudiante de la Carrera de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico que el presente trabajo de investigación es original de su autor y cumple con todos los requerimientos tanto científicos como técnicos establecidos en el reglamento interno de la universidad.

Ambato, Junio del 2017

---

Ing. Mg. Gustavo Patín

TUTOR

## **AUTORÍA DE INVESTIGACIÓN**

Yo, Tirado Guamán Juan Gabriel, portador de la C.I. 1804556387 declaro que los, resultados, análisis e interpretación obtenidos en el presente trabajo de investigación con el tema: “ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA CARROCERÍA DE LOS AUTOBUSES INTERPROVINCIALES BASADO EN EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA EMPRESA CARROCERÍAS PÉREZ”, son completamente originales y auténticos con acepción de las referencias bibliográficas.

Ambato, Junio del 2017

---

Juan Gabriel Tirado Guamán

C.I. 1804556387

AUTOR

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Junio del 2017

AUTOR

---

Juan Gabriel Tirado Guamán

C.I. 1804556387

AUTOR

## **ARROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del tribunal de grado aprueban el informe del proyecto técnico realizado por el estudiante Juan Gabriel Tirado Guamán de la carrera de Ingeniería Mecánica bajo el tema: “ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA CARROCERÍA DE LOS AUTOBUSES INTERPROVINCIALES BASADO EN EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA EMPRESA CARROCERÍAS PÉREZ”

Ambato, 26 de septiembre del 2017

Para constancia Firman:

---

Ing. Mg. Christian Castro

---

Ing. Mg. Alejandra Lascano

## DEDICATORIA

*El presente proyecto es dedicado a Dios quien guio mi camino hacia la sabiduría y el conocimiento, a mis padres por todo el apoyo brindando en toda mi vida como estudiante ya que con su esfuerzo, sacrificio y enseñanza he podido forjar mi vida alcanzar mis objetivos.*

## AGRADECIMIENTO

*La culminación de esta etapa importante en mi vida es gracias a Dios quien me ha permitido cumplir con mis sueños que día a día las convierto en realidades, a mis padres quienes han sido un pilar importante en mi formación tanto académica como moral, y así poder sobresalir en la sociedad como una persona con valores éticos, humanos y morales, también un agradecimiento hacia mis maestros quienes con paciencia compartieron su sabiduría.*

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN .....	I
AUTORÍA DE INVESTIGACIÓN .....	II
DERECHOS DE AUTOR .....	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	IV
DEDICATORIA .....	V
AGRADECIMIENTO .....	VI
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVI
RESUMEN EJECUTIVO .....	XVIII
ABSTRACT (SUMMARY) .....	XIX
CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES.....	1
1.1 Tema.....	1
1.2 Antecedentes .....	1
1.3 Justificación.....	2
1.4 Objetivos .....	3
1.4.1 Objetivo General .....	3
1.4.2 Objetivos Específicos .....	3
CAPÍTULO II .....	4



FUNDAMENTACIÓN .....	4
2.1 Investigaciones Previas .....	4
2.2 Fundamentación Legal .....	5
2.3 Nomenclatura, simbología y abreviaturas .....	6
2.4 Fundamentación Teórica .....	7
2.4.1 Mantenimiento.....	7
2.4.2 Evolución del mantenimiento.....	7
2.4.3 Mantenimiento Automotriz .....	8
2.4.4 Funciones del mantenimiento.....	8
2.4.5 Tipos de mantenimiento .....	9
2.4.5.1 Mantenimiento correctivo .....	10
2.4.5.2 Mantenimiento preventivo .....	11
2.4.5.2.1 Objetivos del mantenimiento preventivo .....	11
2.4.5.2.2 Elementos del mantenimiento preventivo .....	11
2.4.5.2.3 Características de una planta que necesita un plan de mantenimiento preventivo.....	13
2.4.5.2.4 Pasos para elaborar un plan de mantenimiento preventivo .....	13
2.4.5.2.5 Ventajas del mantenimiento preventivo .....	14
2.4.5.3 Mantenimiento Productivo total (TPM) .....	15
2.4.5.3.1 Principios fundamentales del TPM .....	16
2.4.5.3.2 Desarrollo de un programa de TPM.....	16

2.4.5.3.3 Pasos para implementar un TPM.....	16
2.4.5.3.4 Pilares del TPM .....	17
2.4.6 Análisis de equipos.....	18
2.4.6.1 Lista de equipos.....	19
2.4.6.2 Codificación de equipos .....	20
2.4.7 Análisis de modo y efectos de fallas (AMFE).....	21
2.4.7.1 Definición de AMFE .....	21
2.4.7.2 Objetivos del AMFE .....	21
2.4.7.3 Disgregación del sistema de estudio.....	22
2.4.7.4 Plantilla.....	22
2.4.7.5 Fallo Funcional.....	23
2.4.7.6 Modos de falla .....	23
2.4.7.7 Efectos .....	24
2.4.7.8 Causas.....	24
2.4.7.9 Medidas de ensayo y control previstas .....	24
2.4.8 Análisis de criticidad .....	27
2.4.9 Determinación de medidas preventivas.....	32
2.4.10 Gamas de mantenimiento .....	34
CAPÍTULO III.....	35
DISEÑO DEL PROYECTO .....	35
3.1.1 Tipos carrocerías que realiza la empresa.....	35

3.1.2	Descripción general del proceso de ensamble de carrocerías .....	35
3.1.2.1	Recepción del chasis .....	36
3.1.2.2	Construcción y ensamble de la estructura .....	36
3.1.2.3	Construcción y ensamble de cajuelas .....	36
3.1.2.4	Construcción y ensamble de respaldo y frente .....	36
3.1.2.5	Forado exterior .....	37
3.1.2.6	Forado interior.....	38
3.1.2.7	Construcción y ensamble de puertas .....	38
3.1.2.8	Colocación de vidrios .....	38
3.1.2.9	Colocación de asientos. ....	39
3.1.2.10	Pintura .....	40
3.1.2.11	Colocación del sistema neumático .....	40
3.1.2.12	Colocación del sistema eléctrico.....	41
3.1.2.13	Colocación de señalética y accesorios .....	41
3.1.2.14	Instalación de aire acondicionado .....	41
3.1.2.15	Control de calidad .....	42
3.1.3	Descripción de los sistemas que conforman una carrocería.....	43
3.1.3.1	Sistema de aire acondicionado .....	43
3.1.3.2	Sistema neumático.....	44
3.1.3.3	Sistema eléctrico.....	45
3.1.3.4	Sistema de limpia parabrisas .....	45

3.1.3.5	Asientos .....	46
3.1.4	Identificación general de componentes de la carrocería.....	47
3.2	Codificación .....	50
3.2.1	Codificación del equipo.....	50
3.2.2	Codificación de sistemas y secciones.....	50
3.2.3	Codificación de componentes.....	52
3.3	Inventario.....	52
3.4	Funciones de los sistemas y componentes. ....	56
3.4.1	Función del sistema de aire acondicionado .....	56
3.4.2	Funciones del sistema Eléctrico .....	57
3.4.3	Funciones del sistema de Limpia Parabrisas .....	58
3.4.4	Funciones del sistema Neumático .....	58
3.4.5	Funciones de la sección de la Cabina del Conductor. ....	59
3.4.6	Funciones de la sección Frontal Externa.....	60
3.4.7	Funciones de la sección Laterales Externos .....	61
3.4.8	Función de la sección Posterior Externa. ....	63
3.4.9	Función de la sección Salón de Pasajeros. ....	64
3.4.10	Función de la sección Cabina Sanitaria.....	65
3.5	Análisis de modo de falla y efecto (AMFE) de la carrocería del autobús... 66	
3.6	Análisis de criticidad de los elementos de la carrocería.....	112
3.7	Interpretación de resultados.....	122

3.7.1	Resumen e interpretación AMFE .....	122
3.7.2	Resumen e interpretación del análisis de criticidad .....	123
3.8	Gamas de mantenimiento. ....	125
CAPITULO IV .....		149
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		149
4.1	CONCLUSIONES.....	149
4.2	RECOMENDACIONES .....	150
BIBLIOGRAFÍA .....		151
ANEXOS		

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Plantilla para análisis AMFE. ....	23
Tabla 2: Criterios para evaluación de la Gravedad (G) del Fallo. ....	26
Tabla 3: Criterios para evaluación de la Frecuencia (F) del Fallo. ....	26
Tabla 4: Criterios para evaluación de la Detectabilidad (D) del Fallo.....	27
Tabla 5: Criterios de valoración de la frecuencia por fallos. ....	29
Tabla 6: Criterios para valoración del impacto operacional. ....	29
Tabla 7: Criterios para la evaluación de la flexibilidad operacional.....	30
Tabla 8: Criterios para valoración de costos de mantenimiento. ....	30
Tabla 9: Criterios para valoración de seguridad, higiene y ambiental. ....	31
Tabla 10: Codificación de sistemas.....	51
Tabla 11: Codificación de secciones.....	51
Tabla 12: Inventario de la carrocería .....	52
Tabla 13: Funciones de los componentes del sistema de aire acondicionado. ....	56
Tabla 14: Funciones de los componentes del sistema eléctrico.....	57
Tabla 15: Funciones de los componentes del sistema de limpia parabrisas. ....	58
Tabla 16: Funciones de los componentes del sistema de neumático. ....	59
Tabla 17: Funciones de los componentes de la sección cabina del conductor.....	59
Tabla 18: Funciones de los componentes de la sección frontal externa. ....	61
Tabla 19: Funciones de los componentes de sección laterales externos.....	62
Tabla 20: Funciones de los componentes de la sección posterior.....	63

Tabla 21: Funciones de los componentes del sistema salón de pasajeros. ....	64
Tabla 22: Funciones de los componentes de la sección de la cabina sanitaria. ....	65
Tabla 23: Análisis de modo de falla y efecto (AMFE) del sistema de aire acondicionado. ....	68
Tabla 24: Análisis de modo de falla y efecto (AMFE) del sistema Eléctrico.....	71
Tabla 25: Análisis de modo de falla y efecto (AMFE) del sistema Limpia parabrisas. ....	74
Tabla 26: Análisis de modo de falla y efecto (AMFE) del sistema Neumático.....	77
Tabla 27: Análisis de modo de falla y efecto (AMFE) de la sección Cabina del Conductor.....	81
Tabla 28: Análisis de modo de falla y efecto (AMFE) de la sección Frontal externa. ....	86
Tabla 29: Análisis de modo de falla y efecto (AMFE) de la sección Laterales externos. ....	91
Tabla 30: Análisis de modo de falla y efecto (AMFE) de la sección Posterior externo. ....	97
Tabla 31: Análisis de modo de falla y efecto (AMFE) de la sección Salón de pasajeros. ....	102
Tabla 32: Análisis de modo de falla y efecto (AMFE) de la sección Cabina Sanitaria. ....	107
Tabla 33: Cálculo de criticidad del sistema de Aire Acondicionado. ....	112
Tabla 34: Cálculo de criticidad del sistema de Eléctrico. ....	113
Tabla 35: Cálculo de criticidad del sistema Limpia Parabrisas. ....	113

Tabla 36: Cálculo de criticidad del sistema Neumático.....	115
Tabla 37: Cálculo de criticidad de la sección Cabina del Conductor. ....	116
Tabla 38: Cálculo de criticidad de la sección Frontal Externa.....	117
Tabla 39: Cálculo de criticidad de la sección Laterales Externos.....	118
Tabla 40: Cálculo de criticidad de la sección Posterior Externo. ....	119
Tabla 41: Cálculo de criticidad de la sección Salón de Pasajeros.....	120
Tabla 42: Cálculo de criticidad de la sección cabina sanitaria.....	121
Tabla 43: Resumen AMFE de los sistemas de la carrocería. ....	122
Tabla 44: Resumen AMFE de las secciones de la carrocería. ....	123
Tabla 45: Resumen de análisis de criticidad de los sistemas. ....	124
Tabla 46: Resumen de análisis de criticidad de las secciones. ....	124
Tabla 47: Gama de mantenimiento del sistema de Aire Acondicionado. ....	127
Tabla 48: Gama de mantenimiento del sistema Eléctrico.....	131
Tabla 49: Gama de mantenimiento del sistema Neumático.....	135
Tabla 50: Gama de mantenimiento de sistema de Limpia Parabrisas.....	138
Tabla 51: Gama de mantenimiento Mecánico. ....	141
Tabla 52: Gama de mantenimiento de la sección cabina sanitaria.....	146



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de mantenimiento .....	10
Figura 2: Elementos del mantenimiento preventivo. ....	12
Figura 3: Disgregación de productos complejos en elementos más abordables al AMFE.....	22
Figura 4: Matriz para el análisis de criticidad.....	32
Figura 5: Chasis para montaje de carrocería de autobús.....	36
Figura 6: Estructura de carrocería de autobús.....	37
Figura 7:Forrado exterior de la carrocería. ....	37
Figura 8:Forrado de consola y tablero de la unidad.....	38
Figura 9: Colocación de vidrios. ....	39
Figura 10: Asiento de pasajeros. ....	39
Figura 11: Representación del sistema neumático de bloqueo de compuertas y apertura de puerta principal.....	40
Figura 12: Representación del sistema de aire acondicionado.....	42
Figura 13: Bus terminado.....	43
Figura 14: Elementos principales del sistema de aire acondicionado.....	44
Figura 15: Elementos principales del sistema neumático. ....	45
Figura 16: Elementos principales del sistema limpia parabrisas. ....	46
Figura 17: Elementos principales del asiento del conductor.....	47
Figura 18: Elementos principales del asiento de pasajeros doble.....	47

Figura 19: Sistemas exteriores. ....	48
Figura 20: Sistemas interiores de la cabina del conductor. ....	49
Figura 21: Matriz criticidad del sistema de aire acondicionado. ....	112
Figura 22: Matriz criticidad del sistema eléctrico. ....	113
Figura 23: Matriz criticidad del subsistema limpiaparabrisas. ....	114
Figura 24: Matriz criticidad del sistema neumático. ....	115
Figura 25: Matriz criticidad de la sección cabina del conductor. ....	116
Figura 26: Matriz criticidad de la sección frontal externa. ....	117
Figura 27: Matriz criticidad de la sección laterales externos. ....	118
Figura 28: Matriz criticidad del sistema posterior externo. ....	119
Figura 29: Matriz criticidad del sistema salón de pasajeros. ....	120
Figura 30: Matriz de criticidad de la cabina sanitaria. ....	121
Figura 31: Matriz criticidad de la carrocería del autobús. ....	125

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

### **CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA CARROCERÍA DE LOS AUTOBUSES INTERPROVINCIALES BASADO EN EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA EMPRESA CARROCERÍAS PÉREZ”

**AUTOR:** Tirado Guamán Juan Gabriel.

**TUTOR:** Ing. Mg. Gustavo Patín.

#### **RESUMEN EJECUTIVO**

Se investigó los componentes que conforman la carrocería del autobús, para esto se realizó una breve descripción del proceso ensamble y la función que cumplen dentro de la carrocería, siendo este último muy importante dentro de la valorización en el análisis de criticidad, a estos componentes se les otorgó una codificación que fue organizando por sistemas, dependiendo su naturaleza como: eléctrico, neumático, aire acondicionado, etc., y por secciones como: cabina del conductor, frontal externo, lateral externo, posterior externo y salón de pasajeros, mediante lo cual su identificación será rápida y eficiente, en base a estas codificaciones de los elementos se trabajó en una matriz de análisis de modo y efecto de falla (AMFE), otorgándole valores como la gravedad, frecuencia y detección que cuantifiquen la criticidad de los elementos, posteriormente se realizó el análisis de criticidad de los elementos para identificar los componentes con menor y mayor riesgo, dándole a estos últimos la mayor prioridad en el estudio, luego tomando a consideración los resultados arrojados por el análisis se desarrolló las gamas y el plan de mantenimiento para los elementos de la carrocería del autobús interprovincial y finalmente se realizó un manual de uso y mantenimiento para el usuario.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO**

**FACULTY OF CIVIL AND MECHANICAL ENGINEERING**

**MECHANICAL ENGINEERING CAREER**

"DEVELOPMENT OF A PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN FOR THE BODY OF INTERPROVINCIAL BUSES BASED ON THE TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE SYSTEM FOR THE COMPANY CARROCERÍAS PÉREZ"

**AUTHOR:** Tirado Guamán Juan Gabriel.

**TUTOR:** Ing. Mg. Gustavo Patín.

**ABSTRACT (SUMMARY)**

The investigation of the components that make up the body of the bus was made, for this a brief description of the assembly process and the function that they fulfilled within the body was realized, being the latter very important within the valorization in the analysis of criticality, to these components were given a coding that was organized by systems depending on their nature as electric, pneumatic, air conditioning, etc., and by sections such as driver's cab, external front, external side, external rear and passenger lounge, through Which will be identified quickly and efficiently, based on these element encodings, we worked on a matrix of fault mode and effect analysis (AMFE), granting values such as gravity, frequency and detection that quantify the criticality of the elements, Later the criticality analysis of the elements was carried out to identify the components with lower and higher risk, giving the latter the highest priority in the study, then taking into consideration the results of the analysis developed the ranges and maintenance plan for the elements of the interprovincial bus body, and finally a manual of use and maintenance for the user.

# CAPÍTULO I

## ANTECEDENTES

### 1.1 Tema

“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA CARROCERÍA DE LOS AUTOBUSES INTERPROVINCIALES BASADO EN EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA EMPRESA CARROCERÍAS PÉREZ”

### 1.2 Antecedentes

Según el análisis sectorial realizado por Pro Ecuador, en la década de los 50 el Ecuador empezó con la fabricación de carrocería, asientos para autobuses, así como partes metálicas automotrices y neumáticos, luego en la década de los 70 se construyen las primeras carrocerías metálicas sobre chasis de marcas americanas y posteriormente en el año de 1976 se ensambló un autobús para servicio urbano el cual sería el primero y el que revolucione el transporte en el país. Por este motivo las empresas dedicadas a esta actividad se han visto en la necesidad de ofrecer servicios que vayan más allá de una simple construcción de una carrocería por lo cual año a año han ido evolucionado garantizando el transporte de los pasajeros en forma segura, eficiente y de calidad. [1]

Por estas razones se han realizado diversas investigaciones referentes al mantenimiento de flotas de transporte en el ámbito mundial. El año 2012 se realizó una investigación en la ciudad de Valencia España para mejorar la metodología del mantenimiento en una flota de transporte urbano donde su objetivo principal se enfocaba en la tendencia actual del mantenimiento integral orientada a reducir al mínimo el mantenimiento correctivo, optimizando el sistemático y potenciando el predictivo. [2]

En el Ecuador en el año 2012 se elaboró una investigación en la Escuela Politécnica Nacional en la cual realiza programa de mantenimiento para una flota de servicio de transporte. [3] Además se han realizado trabajos referentes a mantenimiento de patios

vehiculares de diferentes municipios en Ecuador basados en el mantenimiento productivo total (TPM).

### **1.3 Justificación**

Según la investigación de Antonio Galván una de las estrategias más empleadas a nivel internacional para la reducción de los accidentes de tránsito son los programas de inspección y de mantenimiento preventivo. [4] En el Ecuador existen numerosas empresas dedicadas a la construcción de carrocerías las cuales deben cumplir con normativas y reglamentos que garanticen aspectos como seguridad, calidad y confort de los pasajeros. Según el listado de fabricantes y ensambladores nacionales de vehículos de la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) en el Ecuador existen 52 empresas dedicadas a esta actividad. [5] Las mismas que buscan alternativas para ofrecer mejores servicios a sus clientes, es por ese motivo que para la empresa carrocera es de vital importancia que ofrezca al propietario disponibilidad del autobús en cualquier momento con la seguridad de no tener paros innecesarios en su unidad durante la prestación de servicios, sobre todo en los buses de transporte interprovincial los cuales sus recorridos son en distancias considerables que pueden durar varias horas en condiciones geográficas y climáticas adversas.

Por este motivo y en la necesidad de ofrecer un plan de mantenimiento preventivo de los autobuses, que garantice el buen estado y funcionamiento del autobús en cualquier situación desfavorable. Con esta investigación se podrá prevenir al mínimo el número de fallos o averías mediante actividades de prevención realizadas a los componentes a un intervalo de frecuencia menor al límite de vida operativo. [6] Estas actividades pueden ser cambios de componentes, limpieza de suciedad en su entorno, ajuste elementos y lubricación que así lo ameriten, especificando las responsabilidades para asegurar el cumplimiento de dichas tareas. [7]

El proyecto beneficiará a la empresa y podrá proporcionar soluciones efectivas a los fallos que se presenten en la carrocería, así como también la empresa mejorará sus índices en confiabilidad, contribuyendo a incrementar la relación beneficio-costos y la productividad. [8] Otro de los beneficiarios sería el pasajero quien puede viajar en condiciones óptimas, seguras y confortables.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para los autobuses interprovinciales basado en el sistema de mantenimiento productivo total para la empresa Carrocerías Pérez.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Realizar un inventario de los componentes que constituyen una carrocería.
- Desarrollar el análisis de modo y efecto de falla de los componentes mediante una matriz AMFE.
- Realizar un análisis de criticidad de los componentes del autobús.
- Desarrollar el plan de mantenimiento preventivo de la carrocería de los autobuses interprovinciales generados por Carrocerías Pérez.
- Desarrollar un instructivo de mantenimiento preventivo para el autobús.

## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTACIÓN

#### 2.1 Investigaciones Previas

La realización del siguiente trabajo se hará basados en investigaciones anteriores previamente seleccionadas de universidades referentes al tema de investigación donde se puede encontrar información y parámetros que servirá de guía para el desarrollo del proyecto. A continuación, se mencionan investigaciones tomadas como referencia.

Se ha realizado un estudio de mantenimiento para una flota articulada centrada en la confiabilidad en el cual su objetivo principal se centraba en la elaboración de un plan de mantenimiento para los articulados que prestaban servicio a los usuarios, en el cual realiza un análisis de modo de fallos y efecto de los componentes que constituyen el articulado, mediante el cual elabora una codificación a las actividades preventivas, clasificados de acuerdo a los sistemas que se encuentran en el articulado, luego del cual elabora una matriz con rutinas de mantenimiento de acuerdo a la frecuencia de realización. Donde se puede resaltar sus conclusiones más relevantes como:

- Se logró elaborar el plan de mantenimiento preventivo para la empresa INTEGRA S.A. mediante herramientas de análisis basados en la teoría de mantenimiento centrado en la confiabilidad.
- Mediante la aplicación del análisis de modo de fallos y efecto realizado a los componentes de los vehículos se determinó los subsistemas más críticos mediante el número de prioridad de riesgos. [9]

En la investigación realizada sobre el mantenimiento en la flota de transporte urbano, en el cual su objetivo principal es ayudar al operario, mediante instrucciones o tareas, al mantenimiento de las unidades, en el cual se puede destacar la siguiente conclusión:

- Las instrucciones de mantenimiento permiten seguir una serie de procedimientos de trabajo para su eficiencia y seguridad. Estas actividades también ayudan a realizar un diagnóstico del estado de los elementos. [10]



En la propuesta realizada para el mejoramiento del transporte público, se planteó como objetivo principal mejorar el servicio de transporte público para los usuarios mediante un plan de mantenimiento de las unidades en la cual se puede distinguir la siguiente conclusión:

- Luego de realizado el estudio, pruebas y análisis, la propuesta de mantenimiento permitirá una mejora tanto en el servicio como en la movilidad, mejorando la calidad del transporte. [11]

En el desarrollo e implementación de un plan de mantenimiento de maquinaria pesada en el cual se realiza detalladamente un análisis de modo de falla y efecto de la maquinaria y de los vehículos, determinando cuales son los componentes más propensos a generar fallos en su funcionamiento, en cual se puede mencionar una de sus conclusiones más relevantes a continuación:

- Mediante la elaboración del plan de mantenimiento se puede estimar que el porcentaje del tiempo de paro disminuye lo cual resulta beneficioso ya que la disponibilidad de la maquinaria aumenta. [12]

## **2.2 Fundamentación Legal**

- NTP 679 Análisis Modal de Fallos y Efectos
- Norma técnica ecuatoriana INEN 1323:2009 Primera revisión. Vehículos Automotores. Carrocerías de buses. Requisitos.
- Norma técnica ecuatoriana INEN 1668:2015 Primera revisión. Vehículos de transporte público de pasajeros intrarregional, interprovincial e intraprovincial. Requisitos.

### 2.3 Nomenclatura, simbología y abreviaturas

- AMFE Análisis de modo de falla y efecto
- ANT Agencia Nacional de Tránsito
- C Criticidad
- CM Factor de costes de mantenimiento
- CO Consecuencia de fallos
- CTR Criticidad total por riesgo
- D Detectabilidad
- F Frecuencia
- FF Frecuencia de fallo
- FO Factor de flexibilidad operacional
- G Gravedad
- IO Factor de impacto en la producción
- NPR Numero de prioridad de riesgo
- RCM Mantenimiento basado en la confiabilidad
- SHA Factor de seguridad, higiene y ambiente
- TPM Mantenimiento productivo total

## **2.4 Fundamentación Teórica**

### **2.4.1 Mantenimiento**

Mantenimiento son todas tareas que deben ser realizadas de manera ordenada, con el objetivo de mantener en condiciones de funcionamiento fiables y económicas, la maquinaria, equipos, herramientas de producción e instalaciones de una industria.

El valor de la realización de mantenimiento se debe a la exigencia de tener una organización que permita restaurar de una manera rápida los valores de ejecución ideal, obteniendo valores ínfimos de pérdidas de producción. [13]

### **2.4.2 Evolución del mantenimiento**

Según González en el recorrido del proceso industrial originado al término del siglo XIX, la competencia del mantenimiento ha pasado por algunas generaciones. En los comienzos de la revolución industrial los mismos que operaban los equipos eran gestores del mantenimiento. Las maquinarias fueron evolucionando y cada vez eran más complicadas las actividades de reparación, entonces iniciaron a establecer departamentos de mantenimiento, que cumplían una tarea diferente a los que operaban los equipos. En este tiempo las actividades que realizaban eran netamente correctivas, destinando todo su trabajo a reparar averías que se generaban en los equipos.

A inicios de la Primera Guerra Mundial, y en particular en la Segunda Guerra mundial aparecen vestigios del concepto de la fiabilidad, los encargados del mantenimiento investigan ya no solo solucionar las averías, sino en particular como prevenir un fallo interviniendo para que no sucedan, a esta también se ha denominado la segunda generación. Esto implicaba la creación de una estructura nueva en los departamentos de mantenimiento, personas que tengan la competencia de investigar las actividades de mantenimiento que se deben realizar a los equipos para evitar las averías. Luego investigaban como incrementar la producción haciéndola más fiable a la vez, disminuyendo los paros por fallos y los costos que esto implicaba, incorporando nuevos métodos de mantenimiento, a esta etapa se la determino como la tercera generación. Surge el Mantenimiento Preventivo, el Mantenimiento Predictivo, el Mantenimiento Proactivo, La Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador y el

Mantenimiento Basado en la Fiabilidad (RCM). Este último como un método de gestión de mantenimiento, que se sustenta en el análisis de los equipos, el análisis de modo de falla y el empleo de métodos estadísticos y tecnologías de localización de fallos.

En los años 80, empieza a filtrarse la idea de regresar al tipo inicial de mantenimiento en el cual los que operaban la maquinaria o equipos pueden encargarse del mantenimiento. Se fomenta el Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el cual varias actividades que eran realizadas por el área de mantenimiento podían ser realizadas por el operador del equipo. Al transferir algunas de las actividades como limpieza, ajuste, lubricación y otras intentando que los operarios de los equipos se comprometan con el cuidado del equipo, donde el objetivo final del TPM es obtener cero fallos. [14]

### **2.4.3 Mantenimiento Automotriz**

Ramírez menciona que el mantenimiento automotriz consiste en conservar el automotor en buenas condiciones, impidiendo el desgaste prematuro de los componentes. Aplicando este término a automotores, se refiere a lubricar, ajustar y reemplazar ciertos elementos para que su funcionamiento sea eficiente.

Aunque al mantenimiento de automotores no se le da la importancia debida ya que estos se basan en filosofías de mantenimiento correctivo, en la actualidad con la evolución de los sistemas de producción en cadena, como del avance de la sociedad, ligado a un mejor entendimiento en la conservación de automotores, el mantenimiento se ha dividido en grandes grupos diferenciando lo que es mantener para prevenir, reparar y evitar que se vuelva a dañar. [15]

### **2.4.4 Funciones del mantenimiento**

En resumen, se puede enunciar que las funciones más esenciales del manteniendo está dado por la ejecución de las actividades necesarias para instaurar y mantener el equipo productivo en condiciones normales de funcionamiento.

- Conservar la maquinaria, equipos en estado de operación de una manera eficiente y fiable.
- Realizar una inspección del estado de los equipos y su disponibilidad.
- Efectuar el análisis necesario para aminorar los fallos imprevistos.
- Con relación a los datos históricos de los equipos, realizar un pronóstico de los repuestos de stock.
- Realizar las actividades que conllevan a la reparación de los equipos.
- Establecimiento de nuevos equipos.
- Efectuar un seguimiento de los costos de mantenimiento.
- Suministrar el equipo de protección adecuado al personal. [16]

#### **2.4.5 Tipos de mantenimiento**

Se puede construir diversas caracterizaciones de mantenimiento, con relación al cometido que sea encaminado, como también al método que se ocupe para realizarlas, habitualmente se adopta una clasificación que se basa en un enfoque metodológico. Desde este enfoque se puede señalar los tipos de mantenimiento como [17]:

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Los distintos tipos de mantenimiento detallados se resumen en la figura 1:

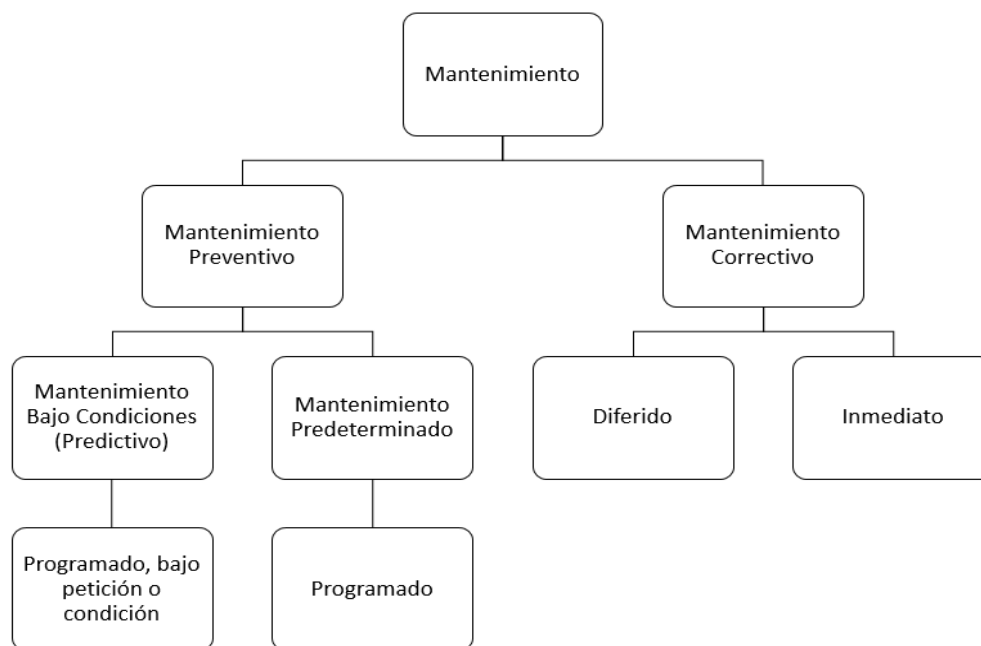


Figura 1: Tipos de mantenimiento

Fuente: Maintenance – Maintenance Terminology, BSI Standards Publication, 2010. [18]

#### 2.4.5.1 Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo puede ser definido como el que se ejecuta para restaurar equipos averiados que han dejado de funcionar a sus estándares óptimos. La mayoría de las ocasiones este tipo de mantenimiento es una operación no planificada, fundamentalmente conformada por obligaciones de mantenimiento inevitables que no pueden planearse con anterioridad en un periodo determinado. La actividad que requiere acción urgente debe ser agregada, incorporada y reemplazada según los componentes programados.

#### Pasos para el mantenimiento correctivo

Algunos autores han mencionado diversos pasos ordenados para realizar un mantenimiento correctivo. Los pasos más principales que se debe seguir son: [19]

1. Identificación del fallo
2. Ubicación
3. Evaluación
4. Reparación
5. Verificación.

### **2.4.5.2 Mantenimiento preventivo**

Este tipo de mantenimiento puede ser definido como la vigilancia y la asistencia del personal relacionado con el mantenimiento para conservar los equipos en condiciones óptimas de trabajo, por medio de inspecciones sistematizadas, la localización y reparación de los fallos, ya sean previos a su aparición y que se pueda transformar en una avería significativa.

#### **2.4.5.2.1 Objetivos del mantenimiento preventivo**

- Incrementar la vida útil de los equipos e instalaciones.
- Minimizar los fallos críticos en los componentes.
- Realizar una mejor planificación de los equipos y programación de las actividades de mantenimiento.
- Reducción de los costos de producción por fallos imprevistos.
- Fomentar la salud y seguridad del personal. [19]

#### **2.4.5.2.2 Elementos del mantenimiento preventivo**

Existen siete elementos del mantenimiento preventivo como se muestra en la figura 2:



Figura 2: Elementos del mantenimiento preventivo.

Fuente: B.S. Dillon, Engineering Maintenance A Modern Approach, 2002. pp. 73. [19]

Cada uno de los elementos del mantenimiento preventivo se detallan a continuación:

**Inspección:** Vigilancia de los elementos para determinar su dislocación de servicio, realizando una comparación de sus características mecánicas, eléctricas, etc.

**Servicio:** Limpieza, lubricación, montaje, preservación, etc., de los elementos para prevenir fallos.

**Calibración:** Evaluar el valor de caracterización de un elemento en relación con un estándar, esto consiste en realizar una cotejación de dos elementos, el cual uno de ellos debe estar certificado con un valor conocido, para evaluar una desigualdad en la precisión de algún elemento.

**Pruebas:** Realizadas periódicamente, realizando un chequeo para determinar las condiciones de servicio y localizar los desgastes en los elementos.

**Alineación:** Ejecutar cambios en los elementos sujetos a configuración variable para lograr un rendimiento óptimo.

**Ajuste:** Realizar un ajuste periódicamente de los elementos variables especificados de acuerdo con cada elemento.



**Instalación:** Cambiar los elementos con vida limitada, elementos que presenten cambios o deterioro manteniendo su tolerancia predeterminada. [19]

#### **2.4.5.2.3 Características de un equipo que necesita un plan de mantenimiento preventivo**

- Reducida disponibilidad del equipo a causa de los fallos.
- Alta producción de chátara y residuos por la poca fiabilidad de los equipos.
- Incremento de los costes de producción a causa de las malas prácticas de limpieza, lubricación y sustitución de partes.
- Altos índices de tiempo de paro a causa de los fallos.
- Limitada vida de producción del equipo debido a un mantenimiento deficiente.

#### **2.4.5.2.4 Pasos para elaborar un plan de mantenimiento preventivo**

Según B. S. Dillon para la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo eficiente, la disponibilidad de algunos recursos es de vital importancia. Estos recursos incorporan historiales de los equipos, manuales de usuario, recomendaciones, datos previos de equipos semejantes, reconocimiento de todos los equipos, herramientas e instrumentos de prueba adecuados, cooperación del usuario, reporte de averías, problemas, causas y acciones, remplazo de elementos consumibles, e instrucciones claramente detalladas con una lista de para su comprobación.

Existe una serie de pasos asociados para la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo, a continuación, se presenta los seis pasos para establecer un plan de mantenimiento preventivo sumamente eficiente: [19]

1. Reconozca y escoja las áreas.

Establecer y seleccionar una o dos áreas donde el mantenimiento preventivo se va a centrar. El objeto de básico de esto es lograr resultados inmediatos en áreas importantes, así como también la asistencia para la gestión.

2. Definir las necesidades.

Identifique las necesidades del mantenimiento preventivo, luego determinar periodos de dos clases de tareas: inspecciones periódicas de mantenimiento preventivo.

3. Determine el periodo de ejecución.

Esto compromete inspeccionar los equipos y sus registros. Básicamente, el origen para el asentamiento de la frecuencia es la experiencia relacionados con el equipo, recomendaciones de los vendedores e ingeniería.

4. Elabore las asignaciones del mantenimiento preventivo.

Se debe establecer las asignaciones periódicas y ser escritas detalladamente, para luego ser sometidas a aprobación.

5. Planifique las asignaciones anualmente.

Las actividades y asignaciones deben ser programadas para un periodo de doce meses.

6. Amplíe su planificación si es indispensable

Un buen plan de mantenimiento es aquel que ha sido analizado todos los fallos posibles y ha sido elaborado para evitarlos, es decir que para desarrollar un buen plan es necesario realizar un detallado análisis de fallos de los sistemas, subsistemas y elementos por los que están constituido. [20]

#### **2.4.5.2.5 Ventajas del mantenimiento preventivo**

Las ventajas más relevantes en comparación con otras clases de mantenimiento se fundamentan en:

- Reducir el número de paros con la realización de varios arreglos a la vez.
- Utilizar el tiempo más pertinente para la realización del mantenimiento y reparación de averías.

- Obtener y almacenar los accesorios o elementos necesarios para el cambio oportuno.
- Asignar las tareas de mantenimiento de una forma eficiente eludiendo acumulaciones de trabajo y mejorando la plantilla.
- Evitar que los pequeños fallos se trasformen en grandes averías, exclusivamente en sistemas de seguridad. [21]

#### **2.4.5.3 Mantenimiento Productivo total (TPM)**

El mantenimiento productivo total es una perspectiva nueva de gestión de mantenimiento, la cual posibilita implantar estrategias para el desarrollo constante de los procesos productivo, así como las competencias de una empresa.

La ideología del TPM está conformado de un enfoque, entono a la Calidad Total y esta a su vez realiza un hincapié en la inspección, lo que conlleva a la prevención, el TPM pasa de realizar un énfasis en el arreglo de equipos hacia la prevención y predicción de fallos y mantenimiento de los equipos.

El TPM se introdujo para alcanzar el objetivo del establecimiento de la estructura de trabajo “Just in Time” o justo a tiempo. Como se menciona anteriormente con la implantación del TPM se logra contar con la máxima disponibilidad de los equipos, con servicios de calidad y evitando tiempos de paro no planificados. Esto implica: [22]

- Cero averías
- Cero tiempos muertos
- Cero imperfecciones debido al pésimo estado de los equipos
- Cero pérdidas de producción debidos a fallos imprevistos en la maquinaria

Con esto se puede mencionar que el mantenimiento productivo total ofrece una producción máxima.

#### **2.4.5.3.1 Principios fundamentales del TPM**

- Colaboración de todo el personal, empezando por la gerencia hasta los operarios, mediante esto se logrará la realización del objetivo con mayor éxito.
- Implantación de una instrucción corporativa direccionada a la eficiencia de los procesos productivos y gestión de equipos e instalaciones.
- Implementación de un programa de gestión de producción en las áreas productivas que permita descartar averías previo a su aparición.
- Establecer el mantenimiento preventivo como base para lograr la meta de cero pérdidas a través de tareas incorporadas en minúsculos grupos de trabajo. [22]

#### **2.4.5.3.2 Desarrollo de un programa de TPM.**

El establecer un plan de mantenimiento productivo total se consigue en un trascurso de uno a tres años. Para lo consiguiente es indispensable un programa macro el cual se utiliza como un programa de trabajo en el desarrollo de las tareas que se fraccione en fases, de tal forma que los grupos pequeños adapten sus funciones. [23]

#### **2.4.5.3.3 Pasos para implementar un TPM.**

Estos realizarse de acuerdo con las necesidades de cada empresa, existen cinco objetivos mediante los cuales están representados los requerimientos mínimos para la implementación de un plan de mantenimiento productivo total que se mencionan a continuación:

- Incremento de la eficiencia del equipo.
- Mantenimiento independiente por los operarios.
- Un programa de mantenimiento administrativo realizado por el área de mantenimiento.
- Preparación para desarrollar las habilidades y operación del mantenimiento.

- Un plan de administración de la unidad para evitar conflictos que puedan suceder en la instalación de nuevos equipos.

La mejora continua que asocia al mantenimiento productivo total se lleva a cabo en las compañías, así como el desarrollo, el mantenimiento de los estándares y su ejecución. El Mantenimiento productivo total está compuesto por sistemas técnicos, acciones y decisiones, las cuales permiten que los equipos e instalaciones que están asociados con el proceso productivo permiten que realizan el trabajo de producción planificado en constante desarrollo por la implementación de la mejora continua. [23]

#### **2.4.5.3.4 Pilares del TPM**

De acuerdo con Mora estas son las bases fundamentales para la implementación de un programa de TPM, esto se consigue a través de procedimiento ordenado y de una forma disciplinada, están son: [24]

- Mejoras enfocadas: Es la agrupación de diversas actividades por ejecutar en un conjunto de personas, que posibilita efectivizar los equipos, instalaciones y los procesos. Su objetivo es evitar cualquier tipo de pérdida que se genera en una empresa.
- Mantenimiento autónomo: Esta basado en la colaboración del personal involucrado en la producción y los operarios en mantenimiento, radica en que los involucrados realizan actividades pequeñas de mantenimiento, además de la conservación de sus espacios de trabajo en condiciones óptimas.
- Mantenimiento programado: Los involucrados ejecutan tareas de mantenimiento predictivo, preventivo y de mejoramiento continuo, que ayuda a librarse de fallos en los equipos e instalaciones.
- Mantenimiento de calidad: Esto requiere la disponibilidad de los equipos en buenas condiciones de funcionamiento, con el objetivo que la producción sea de calidad en los periodos donde se comienza y mantiene en paro apropiado de los equipos e instalaciones.

- Mantenimiento anticipado, preventivo: Se refiere a todas las actividades como el diseño, ensamble y funcionalidad de los equipos que garanticen la calidad de funcionamiento de los equipos, así como la de los artículos producidos por los mismos. Busca levantar y conservar a su máxima disponibilidad y confiabilidad la maquinaria.
- Mantenimiento de los departamentos administrativos: Requiere que los departamentos de ayuda logística hacia diferentes áreas como producción y mantenimiento estén lo más apropiados posible para descartar pérdidas.
- Capacitación, entrenamiento, educación y desarrollo: Con esto se quiere que existan políticas que posibiliten a los empleados de los procesos productivos y de otros departamentos que están relacionadas con la ingeniería, conserven en filosofía de educación, entrenamiento, etc., con los más altos estándares y en constante desarrollo de conocimiento.

De esta manera se pueden eludir o reparar problemas de un modo efectivo, buscando que todos los involucrados comprendan el funcionamiento de los equipos, que localicen la forma en que incurre el funcionamiento de un equipo en la calidad de la producción y que cuenten en cualquier momento las competencias y destrezas para realizar su trabajo.

- Seguridad, higiene y entorno: Conducidos por la implementación de estrategias de la mejora continua, se asegura o reduce los accidentes laborales. Se trata de que todo los involucrados tengan la capacidad de evitar riesgos, de conservar su puesto de trabajo en condiciones apropiadas de higiene y seguridad, y tratando de preservar el y mantener el ecosistema. [24]

#### **2.4.6 Análisis de equipos**

En la actualidad es inaceptable considerar que todo el equipo este regida por un mismo método de manteniendo. Cada uno de los equipos, maquinarias e instalaciones realizan funciones diferentes en el proceso productivo que las distingue de las demás, hasta de equipos que son semejantes. Es vital tener en consideración los factores como el costo

de paros de producción, costo de conservación, etc., que son los que van a definir las actividades más óptimas para cada equipo.

Antes de la realización del plan de mantenimiento, existe trabajo previo que se debe realizar. Realizaremos un estudio uno por uno de los elementos que lo constituyen con un grado de análisis, definiendo que tipo de actividades de mantenimiento son provechosas. Al mismo tiempo que se realice este análisis se obtendrá información como: [25]

- Datos esenciales para la realización del presupuesto anual de mantenimiento (repuestos, tiempos de paros programados, consumibles, trabajo del personal en horas).
- Stock de repuestos.
- Asistencia para la realización del plan de formación.

#### **2.4.6.1 Lista de equipos**

Para realizar una lista de los equipos que existen en una empresa que sea útil como información, efectuaremos una lista organizada en donde especifique el vínculo de dependencia. Una empresa puede tener una o varias zonas de producción, esas pueden estar seccionadas en departamentos, en cada una de estos existe una serie de equipos similares o distintitos, cumpliendo una función propia. Los equipos a su vez están divididos en sistemas, los que están compuestos por elementos, que están conformados por componentes, que son los que generalmente se realizan actividades de mantenimiento. A continuación, se define cada uno de estos elementos:

Equipo: cada uno de los mecanismos utilizados para el proceso productivo que conforman un área.

Sistema: conformado por una agrupación de elementos que realizan una función en común en un equipo.

Elemento: constituyen un sistema. En ocasiones pueden existir confusiones entre equipos y elementos, ya que los equipos pueden estar vinculados con otros equipos para ofrecer un servicio, y un elemento solo puede formar parte de un equipo.

Componente: piezas en las cuales un elemento puede dividirse. [25]

#### **2.4.6.2 Codificación de equipos**

Cuando ya se ha establecido un inventario o una lista de todos los equipos es necesario que estos puedan ser identificados con un código exclusivo. Mediante el cual su ubicación será más fácil, su mención en planos, documentos técnicos, posibilitando la realización de registros históricos de acciones y averías, posibilita el cálculo de indicadores. Esencialmente hay dos formas de codificación:

- **Sistemas de codificación no significativos:** este tipo de sistema ofrece un número sucesivo, este número no ofrece información complementaria alguna. Este tipo de sistema es simple y de fácil utilización, su complicación se da en la localización del equipo, para esto es indispensable tener una lista para familiarizar el código y su respectivo equipo.
- **Sistemas de codificación significativos:** es el código el cual ofrece información complementaria. Este tipo de codificación nos ayuda con información, como el área de localización y la información necesaria que se quiera implantar.

#### **Información necesaria en un código.**

Lo que debería estar dentro de una codificación de un equipo es:

- Planta en la que está ubicada.
- Área en el interior de la planta donde se localiza.
- Tipología del equipo.

Los elementos de un equipo deben tener información extra como:

- Naturaleza del elemento.



- Sistema al cual están integrados y por consiguiente su equipo
- Familia a la cual constituye el elemento. [25]

## **2.4.7 Análisis de modo y efectos de fallas (AMFE)**

### **2.4.7.1 Definición de AMFE**

Es un método que busca solucionar los fallos que puedan emerger en un proceso productivo hasta antes de que estos puedan llegar a suceder. Este método radica en listar cada uno de los fallos que podrían producirse, por medio de una evaluación de gravedad de los efectos que producen y la ocurrencia con la que se producen.

El análisis está programado para su aplicación en el diseño del producto, así como en su proceso productivo, debido que el fallo puede estar presente en cualquiera de estos casos. No obstante, de su semejanza, el análisis del producto y proceso deben ir acompañados, de una manera secuencial lógica. Durante el análisis del producto puede determinarse una falencia en el proceso (como un orificio sin taladrar) como consecuencia de un determinado fallo, esta falencia deberá ser acogida por el análisis de proceso, aquí debe ser analizada para establecer la causa (broca fracturada) y encontrar una solución. [26]

### **2.4.7.2 Objetivos del AMFE**

Los objetivos principales que se logra con el análisis AMFE son los siguientes:

- Estudiar los fallos y las consecuencias que estos pueden provocar a un equipo, sistema o instalación.
- Reconocer los modos de fallo que causan efectos importantes con relación a criterios como disponibilidad, confiabilidad, etc.
- Determinar una acción o procedimiento de detección para cada uno de los fallos como inspecciones, localizadores, etc.
- Analizar y valorar los medios adoptados para detección del fallo. [26]

### 2.4.7.3 Disgregación del sistema de estudio

El análisis debe realizarse a los productos o procesos que no sean demasiado complejos que se hagan inaccesibles. Por ejemplo, para realizar un análisis AMFE de un automóvil, se debería disgregar en diferentes sistemas más simples abordando elementos en los que se realizaría el estudio. En la figura 3 se puede observar un ejemplo de disgregación de productos complejos. [26]

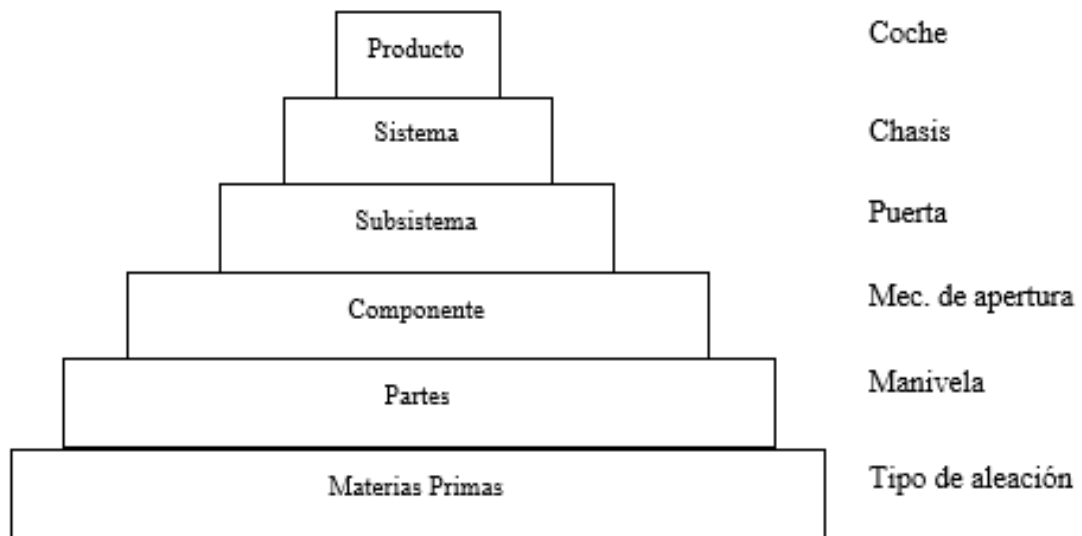


Figura 3: Disgregación de productos complejos en elementos más abordables al AMFE.

Fuente: P. Grima Cintas, Técnicas para la Gestión de Calidad, 1995, pp. 50. [26]

### 2.4.7.4 Plantilla

Para la realización de una plantilla AMFE debe considerarse las siguientes etapas:

- **Identificación:** en la cual debe contener información del equipo, sistema, elemento, encargados, códigos, etc.
- **Análisis:** Al igual que la etapa de evaluación estos son el punto central de la matriz. Aquí se ubica los tipos de fallo, los efectos o consecuencias, causas y los registros relacionados.
- **Acciones:** aquí deben constar todas las acciones que se van a realizar para eludir los fallos previstos, en conformidad con las prioridades instauradas.

- Resultados: Se establecen las acciones tomadas, reiterando las valoraciones, encontrando nuevos valores y prioridades de accionamientos. [26]

En la tabla 1 se muestra un diseño de matriz AMFE para la realización del análisis.

Tabla 1: Plantilla para análisis AMFE.

Análisis de modo de falla y efecto (AMFE)										
Carrocería de un autobús interprovincial										
Sección:					Elaborado por:		Fecha:			
Sistema:					Revisado por:		Fecha:			
Código	Componente	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa	Efecto	Valoración				Recomendaciones
						F	G	D	NPR	

Fuente: Autor.

#### 2.4.7.5 Fallo Funcional

Definido como el incumplimiento de la función, operando fuera de los parámetros normales para los que fue diseñado.

#### 2.4.7.6 Modos de falla

El modo de falla es la forma en que un equipo, sistema, dispositivo puede fallar o incumplir con la función para el que fue diseñado. Se realiza una suposición que la falla puede generarse y no obligatoriamente que haya ocurrido.

Algunos ejemplos de fallos que pueden suceder son:

- Fatiga
- Deformación
- Corrosión
- Agarrotamiento
- Aflojamiento
- Desprendimiento
- Colapso
- Desgarro
- Alta Resistencia
- Decoloración
- Desalineación
- Vibraciones
- Rotura
- Desgaste prematuro
- Aglutinamiento
- Pandeo
- Fuga
- Quemadura
- Funcionamiento Imperfeto
- Cortocircuito
- Circuito Abierto
- Combado
- Entrada de suciedad

El modo de fallo se expresa en términos físicos y no a manera de síntomas que pueda percibir el cliente. [27]

#### **2.4.7.7 Efectos**

Los efectos están directamente relacionados con los modos falla, como impacta en el cliente. El análisis de estos efectos incluye un análisis de las posibles consecuencias y gravedad a las que puede llevar dicha consecuencia.

#### **2.4.7.8 Causas**

La causa de un fallo es discernir un aviso de posible fallo que podría generarse, una causa de un fallo puede ser un aviso de una fragilidad en el diseño, hay una relación entre modo de fallo, si la causa se genera entonces el modo de fallo puede ocurrir. Un estudio de causas de fallo debe ser realizado por separado si hay varias causas para el mismo fallo. [28]

#### **2.4.7.9 Medidas de ensayo y control previstas**

En algunos casos estas pueden añadirse a la sección de estudio para evidenciar la valoración y comprobación existentes, para garantizar la calidad de reacción del componente, elemento, o proceso. La rentabilidad de la valorización estará estrictamente relacionada con la aparición de fallos potenciales. Las valoraciones deberían concatenar con cada una de las causas potenciales de los modos de fallos.

### **Gravedad (G)**

Establece la importancia o gravedad del efecto del modo de fallo, evalúa el grado de consecuencias, como el incrementa el valor del registro en función con la disconformidad del usuario y el costo de arreglo.

Este registro puede ser mejorado en operaciones de diseño, y no debería verse afectado por la utilización del análisis o inspecciones de calidad. La plantilla de este índice debe ser realizado por cada empresa de acuerdo con las necesidades del proceso, producto y servicio. [29]

### **Frecuencia (F)**

Es la posibilidad que pueda generarse un modo fallo, se basa en una valoración subjetiva, para esto es recomendable hacer uso de historiales de la empresa. La manera de disminuir este índice es:

- Modificar el diseño para disminuir la posibilidad de que la falla pueda generarse.
- Aumentar o modificar los métodos de prevención que evita que los fallos se produzcan. [29]

### **Defectibilidad (D)**

Determina la capacidad de que la supuesta causa o fallo sea previamente localizado para eludir averías, en otras palabras, determinar el fallo previo arribo al usuario final, si la capacidad de detectar un fallo es menor el índice de defectibilidad aumentara y esto aumentara el índice de riesgo. Para disminuir este índice se tiene dos alternativas:

- Elevar el índice de control, inspección.
- Modificar los diseños que los haga más detectables. [29]

En las siguientes tablas se detallan los criterios y valoraciones para la evaluación de los fallos:

Tabla 2: Criterios para evaluación de la Gravedad (G) del Fallo.

<b>GRAVEDAD</b>	<b>CRITERIO</b>	<b>VALOR</b>
Muy Baja Repercusiones Imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema.	1
Baja Repercusiones irrelevantes	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observara un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia.	2-3
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias.	9-10

Fuente: M. Bestratén. R. Orriols, NTP 679 Análisis Modal de Fallos y Efectos, 2004. [29]

Tabla 3: Criterios para evaluación de la Frecuencia (F) del Fallo.

<b>GRAVEDAD</b>	<b>CRITERIO</b>	<b>VALOR</b>
Muy Baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonable esperable en la vida del sistema.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del sistema o equipo	4-5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

Fuente: M. Bestratén. R. Orriols, NTP 679 Análisis Modal de Fallos y Efectos, 2004. [29]

Tabla 4: Criterios para evaluación de la Detectabilidad (D) del Fallo.

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posterioridad.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estudios de producción.	4-6
Pequeña	Es defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final.	9-10

Fuente: M. Bestratén. R. Orriols, NTP 679 Análisis Modal de Fallos y Efectos, 2004. [29]

### Índice de prioridad de riesgos (NPR)

El producto de los tres criterios define el índice de prioridad de riesgos, para el NPR no se define un criterio de valoración, si bien NPR menores a 100 no necesitarán de intervención, a menos que la intervención sea introducida de una manera fácil y ayude a la calidad del producto o proceso productivo. [29]

$$NPR = GxFxD \quad \text{Ecu. (1)}$$

#### 2.4.8 Análisis de criticidad

Es una herramienta que posibilita reconocer y jerarquizar la importancia de las instalaciones, sistemas o equipos, con el objetivo de simplificar la toma de decisiones y de dirigir recursos (humanos, económicos y tecnológicos).

#### Modelo de criticidad semicuantitativo CTR (Criticidad Total por Riesgo).

Es una técnica de análisis semicuantitativo, desarrollado por consultoras internacionales en la cual divide los dos aspectos que definen el riesgo como son la ocurrencia del fallo y las consecuencias. Este método ayuda al análisis de probables mejoras, en el cual se pueden identificar si un activo es crítico por la ocurrencia del fallo, la consecuencia o ambos. [30]

A continuación, se detallan las expresiones mediante las cuales se jerarquiza los activos a partir del modelo CTR:

$$C = FF \times CO \quad \text{Ecu. (2)}$$

Donde:

C = Criticidad total del elemento

FF= Frecuencia de fallas en un periodo de tiempo determinado

CO = Consecuencias de los fallos

Donde la consecuencia se determina con la siguiente expresión:

$$CO = (IO \times FO) + CM + SHA \quad \text{Ecu. (3)}$$

Donde:

IO = Factor de impacto en la producción

FO = Factor de flexibilidad operacional

CM = Factor de costes de mantenimiento

SHA = Factor en seguridad, higiene y ambiente

Los criterios para la valoración de cada uno se describen a continuación:



Tabla 5: Criterios de valoración de la frecuencia por fallos.

<b>Frecuencia de fallos (FF)</b>	<b>Valoración</b>
Mayor a 2 fallos por año	4
De 1 y 2 fallos al año	3
Entre 0,5 y 1 fallo por año	2
Menor a 0,5 fallos por año	1

Fuente: C. Parra, A. Crespo, Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos, 2012, pp. 62 [30]

Tabla 6: Criterios para valoración del impacto operacional.

<b>Impacto operacional (IO)</b>	<b>Valoración</b>
Perdidas de producción mayores al 75%	10
Perdidas de producción entre el 50 y 74%	7
Perdidas de producción entre el 25 y 49%	5
Perdidas de producción entre el 10 y 24%	3
Perdidas de producción menores al 10%	1

Fuente: C. Parra, A. Crespo, Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos, 2012, pp. 62 [30]

Tabla 7: Criterios para la evaluación de la flexibilidad operacional.

<b>Flexibilidad operacional (FO)</b>	<b>Valoración</b>
Inexistencia de otra unidad que la reemplace para cubrir la producción	4
Se dispone de unidades de reemplazo que cubren de forma temporal la producción	2
Se cuenta con unidades de repuesto en línea	1

Fuente: C. Parra, A. Crespo, Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos, 2012, pp. 62 [30]

Tabla 8: Criterios para valoración de costos de mantenimiento.

<b>Costes de mantenimiento (CM)</b>	<b>Valoración</b>
Mayor a 800	10
Entre 200 y 799	7
Entre 50 y 299	4
Menor a 50	1

Fuente: C. Parra, A. Crespo, Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos, 2012, pp. 62 [30]

Tabla 9: Criterios para valoración de seguridad, higiene y ambiental.

<b>Impacto de seguridad, higiene y ambiental (SHA)</b>	<b>Valoración</b>
Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud, incidente ambiental que exceden los límites permitidos	10
Riesgo medio de pérdida de vida, efectos considerables en la salud y daños ambientales de difícil restauración	7
Riesgo reducido de pérdida de vida y efectos en la salud de recuperación inmediata e incidentes ambientales de fácil contención	4
No existe ningún riesgo alguno	1

Fuente: C. Parra, A. Crespo, Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos, 2012, pp. 62 [30]

La matriz de criticidad presentada a continuación nos posibilita otorgarles un grado de criticidad a los sistemas y elementos del mismo en cuatro diferentes grados:

**MATRIZ CRITICIDAD**

<b>FRECUENCIA</b>	4	SC	C	C	MC	MC
	3	SC	SC	C	MC	MC
	2	NC	NC	SC	C	C
	1	NC	NC	SC	SC	C
		0 a 12	13 a 24	25 a 36	37 a 48	49 a 60
		<b>CONSECUENCIA</b>				

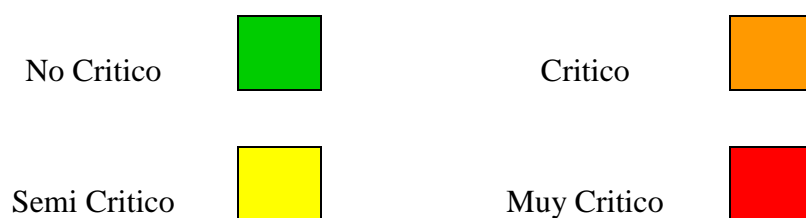


Figura 4: Matriz para el análisis de criticidad

Fuente: C. Parra, A. Crespo, Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos, 2012, pp. 62. [30]

#### **2.4.9 Determinación de medidas preventivas**

Son acciones o actividades que permiten eludir o minimizar las consecuencias de un fallo.

#### **Tareas de mantenimiento**

##### **Inspecciones Visuales**

Es un procedimiento el cual consiste en observar posibles fallos, es un método muy rentable de muy bajo costo, este modelo puede ser aplicado a cualquier tipo de mantenimiento.

##### **Lubricación**

Procedimiento que ayuda al desgaste prematuro reduciendo el rozamiento entre dos elementos, como el método anterior son muy rentables y de bajo coste.

### **Verificaciones internas**

Por medio de instrumentos que forman parte del equipo, este método consiste en una toma de datos de parámetros de funcionamiento por medio de herramientas incorporadas en el equipo, por ejemplo, toma de datos de presión, temperatura, etc.

### **Verificaciones externas**

Mediante instrumentos externos o que no forman parte del equipo, con los cuales se pretende una verificación de parámetros normales de funcionamiento, estas pueden dividirse en dos:

- Instrumentos sencillos tales como multímetros, termómetros, vibrómetros, etc.
- Instrumentos complejos como son: termografías, ultrasonidos, etc.

### **Tareas condicionales**

Procedimientos realizados dependiendo del estado del activo. No es indispensable realizar este procedimiento si el activo no presenta sistemas en mal estado, estas pueden ser: limpieza en el momento que el activo se encuentre sucio, ajustes cuando el activo presente un desajuste, cambio de piezas luego de haber realizado una inspección se visualiza que es inevitable el recambio.

### **Tareas sistemáticas**

Procedimiento que se realiza de cada cierto tiempo o cada ciertas horas de funcionamiento del activo, en el cual el estado del activo no tiene importancia, estas pueden ser: limpieza, ajustes, sustitución de partes.

### **Grandes revisiones**

Procedimiento el cual tiene como objeto dejar al activo como si tuviera cero horas de funcionamiento. [31]

#### **2.4.10 Gamas de mantenimiento**

Es un listado de actividades que se realiza sobre un activo, instalación, equipo o sistema. Una gama de mantenimiento debería contener principalmente los siguientes aspectos:

- Identificación del equipo, sistema, etc.
- Detalle de la tarea o actividad.
- Efecto de la realización.
- Parámetros de referencia, en caso de que los requieran.

Las tareas se agrupan en gamas de mantenimiento las cuales pueden estar dirigidas por sus características comunes. Así se pueden mencionar:

- Gamas de frecuencia: Diarias, semanales, mensuales, semestrales, anuales, etc.
- Gamas por especialidad: Eléctrica, mecánica, neumáticas, etc. [32]

## **CAPÍTULO III**

### **DISEÑO DEL PROYECTO**

#### **3.1 Selección de alternativas**

##### **3.1.1 Tipos carrocerías que realiza la empresa**

Actualmente la empresa fábrica carrocerías de buses para servicio urbano, interprovincial, escolar y de turismo, en su mayoría en chasises Hino y Volkswagen con modelos para buses interprovinciales Alfa y Omega y Bus Tipo para urbanos, cumpliendo con los más altos estándares de calidad, satisfaciendo las necesidades del cliente y ofreciendo a los usuarios seguridad y confort.

El análisis se basará en un modelo de carrocería con las siguientes características:

- Carrocería montada sobre chasis modelo Hino AK.
- Sistema de aire acondicionado.
- Apertura de puertas de accionamiento neumático dirigida hacia el interior de la unidad.
- Mecanismo pantográfico de compuertas.
- Sistema de bloqueo de compuertas neumática.
- Monitor y cámara de vigilancia de pasajeros.
- Rutero electrónico de fácil utilización.
- Claraboyas con extractor y ventilador.
- Cabina sanitaria.

##### **3.1.2 Descripción general del proceso de ensamble de carrocerías**

El presente estudio trata de la realización plan de mantenimiento preventivo de la carrocería de los autobuses interprovinciales, por lo tanto, es importante conocer cuál

es el proceso de producción de una carrocería identificando los sistemas y componentes por los que está conformado.

A continuación, se detalla de forma general el proceso de armado de una carrocería:

### **3.1.2.1 Recepción del chasis**

En el área de producción se receipta el chasis y se realiza toda la preparación, que consiste en la extracción del sistema eléctrico, baterías, tanque de gasolina, y accesorios como luces, asientos, etc.

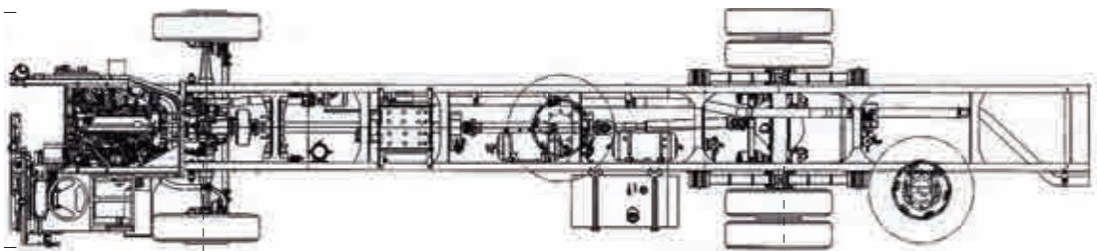


Figura 5: Chasis para montaje de carrocería de autobús.

Fuente: HinoMotors, Manual de montaje de carrocerías modelo AK8JRSA, 2010 [33]

### **3.1.2.2 Construcción y ensamble de la estructura**

Se realizan la fabricación de anclajes y apoyos para la estructura, luego se procede a la construcción del piso, cerchas, laterales, y techo. En la sección de ensablado se unen todas, formando la estructura de la carrocería todo bajo la norma PRTE INEN 043:2014 Vehículos de transporte público de pasajeros intrarregional, interprovincial e intraprovincial.

### **3.1.2.3 Construcción y ensamble de cajuelas**

Una vez ensablado el piso, laterales y techo se procede a la preparación del material para construcción y ensamble de cajuelas según los planos de construcción.

### **3.1.2.4 Construcción y ensamble de respaldo y frente**

Después del ensamble de las cajuelas laterales se procede a la construcción y ensamble del respaldo y el frente de la estructura de la carrocería con refuerzos donde posteriormente se ubicarán los guardachoques posterior y frontal.



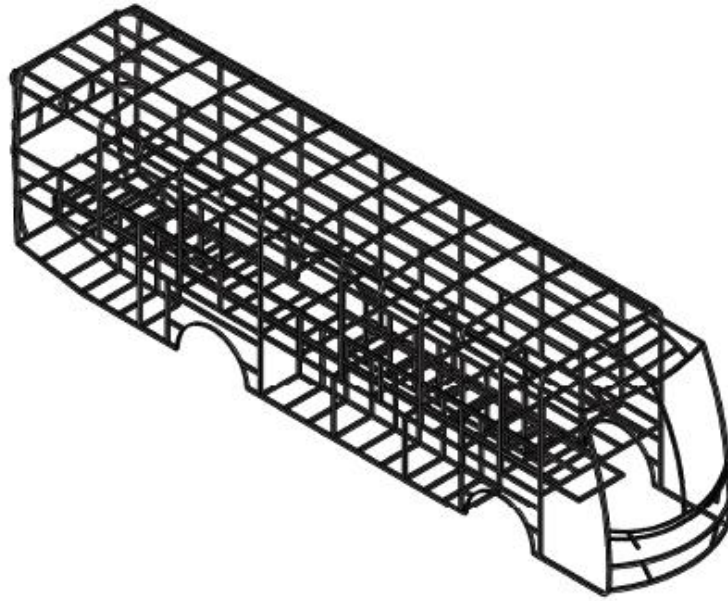


Figura 6: Estructura de carrocería de autobús.

Fuente: Autor

### 3.1.2.5 Forrado exterior

Se preparan, trazan, cortan y ensamblan las láminas de acero según los planos de construcción para el forrado de laterales, techo y cajuelas. Luego se procede al ensamble del kit de fibras del respaldo y frente.

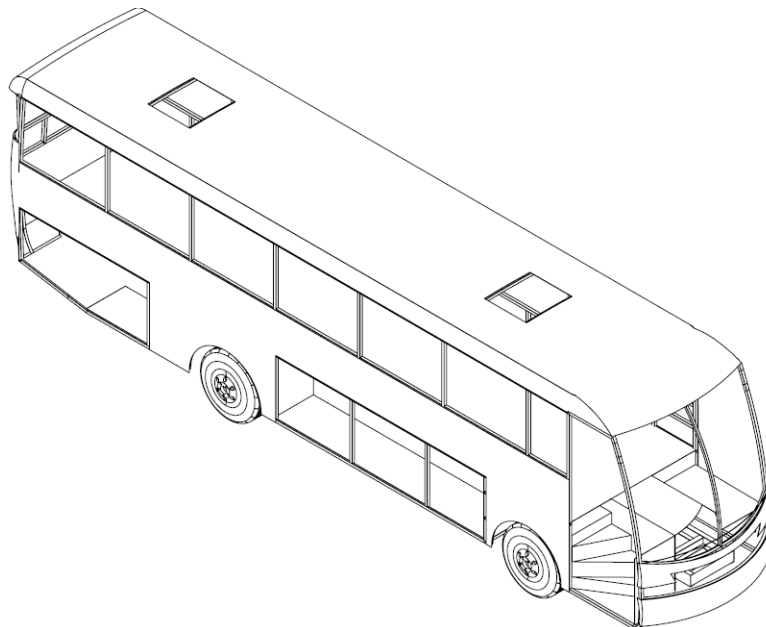


Figura 7: Forrado exterior de la carrocería.

Fuente: Autor

### **3.1.2.6 Forrado interior**

En esta parte del proceso se realiza el forrado del piso y laterales del interior de la unidad, luego se ensamblan las canastillas, posteriormente se realiza el forrado interno del techo y finalmente se realiza el ensamble de la mampara, consola y tablero de la unidad.

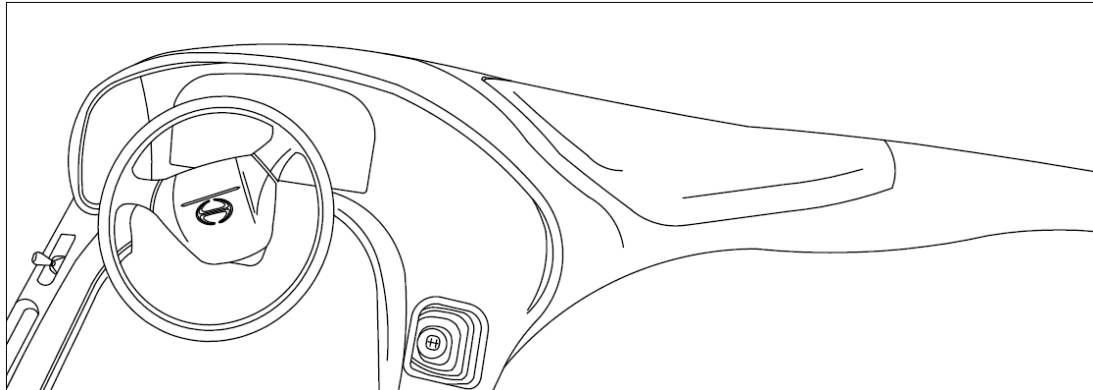


Figura 8:Forrado de consola y tablero de la unidad

Fuente: Autor

### **3.1.2.7 Construcción y ensamble de puertas**

Una vez que los recubrimientos externos e internos están colocados se procede a la construcción de las puertas de acceso principal, del conductor e interior, posteriormente se ubican los parantes y mecanismos.

En esta fase del proceso también se realizan la construcción de las puertas de las bodegas, se colocan las chapas de apertura y seguros, posteriormente se procede al ensamble con los mecanismos del sistema pantográfico.

### **3.1.2.8 Colocación de vidrios**

Previo al montaje de los vidrios se pulen los marcos donde van a ser ubicados, luego se aplican los adhesivos correspondientes y se procede a la colocación de los vidrios en la unidad según la norma NTE INEN 1669 Vidrios de seguridad para automotores. Requisitos.

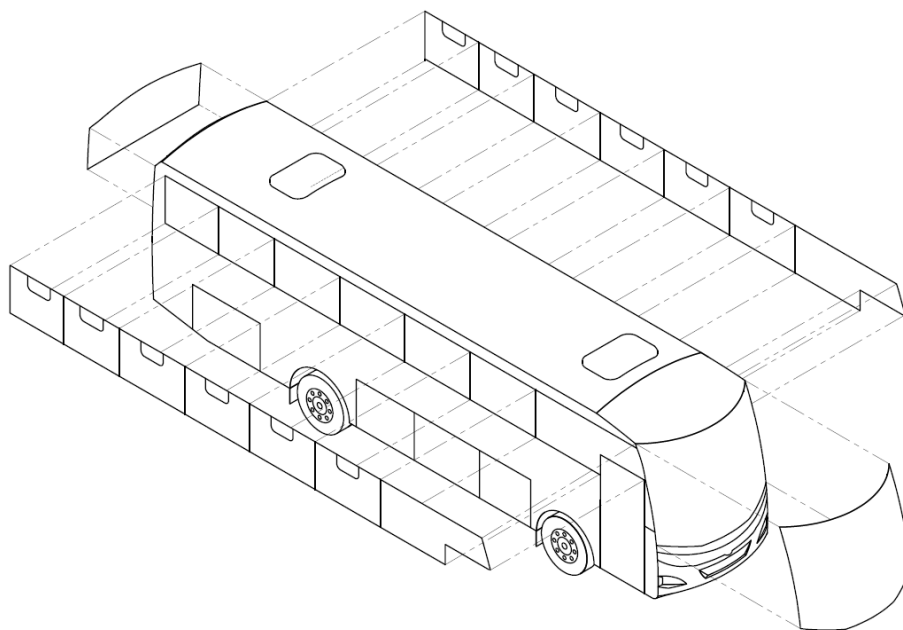


Figura 9: Colocación de vidrios.

Fuente: Autor

### 3.1.2.9 Colocación de asientos.

Previamente a la colocación de los asientos se tapiza el piso, luego son ubicados los asientos en el salón de pasajeros, asiento del acompañante y del conductor en sus respectivas posiciones, posteriormente se procede a la colocación de accesorios como cortinas, basureros, etc.

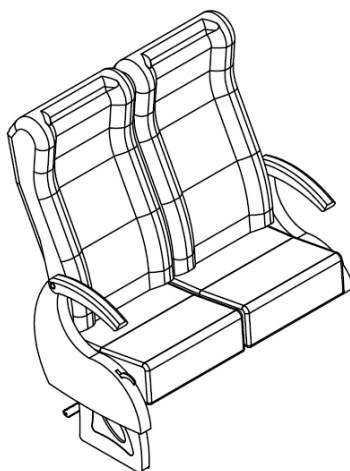


Figura 10: Asiento de pasajeros.

Fuente: Autor

### 3.1.2.10 Pintura

La carrocería es trasladada a la sección de pintura donde previamente se cubren las partes no involucradas, luego de esto se realiza el masillado, pulido y fondeado a la carrocería y posteriormente se aplica la pintura de acuerdo a las exigencias del consumidor.

### 3.1.2.11 Colocación del sistema neumático

Se instalan las cañerías del sistema neumático mediante perforaciones en interior de la unidad para la puerta principal, puerta de cabina, compuertas y grada auxiliar, luego se ubican todos elementos que forman parte del sistema en las posiciones requeridas, posteriormente se realizan las conexiones de todo el sistema, finalmente se verifica el funcionamiento, rendimiento y detección de fugas.

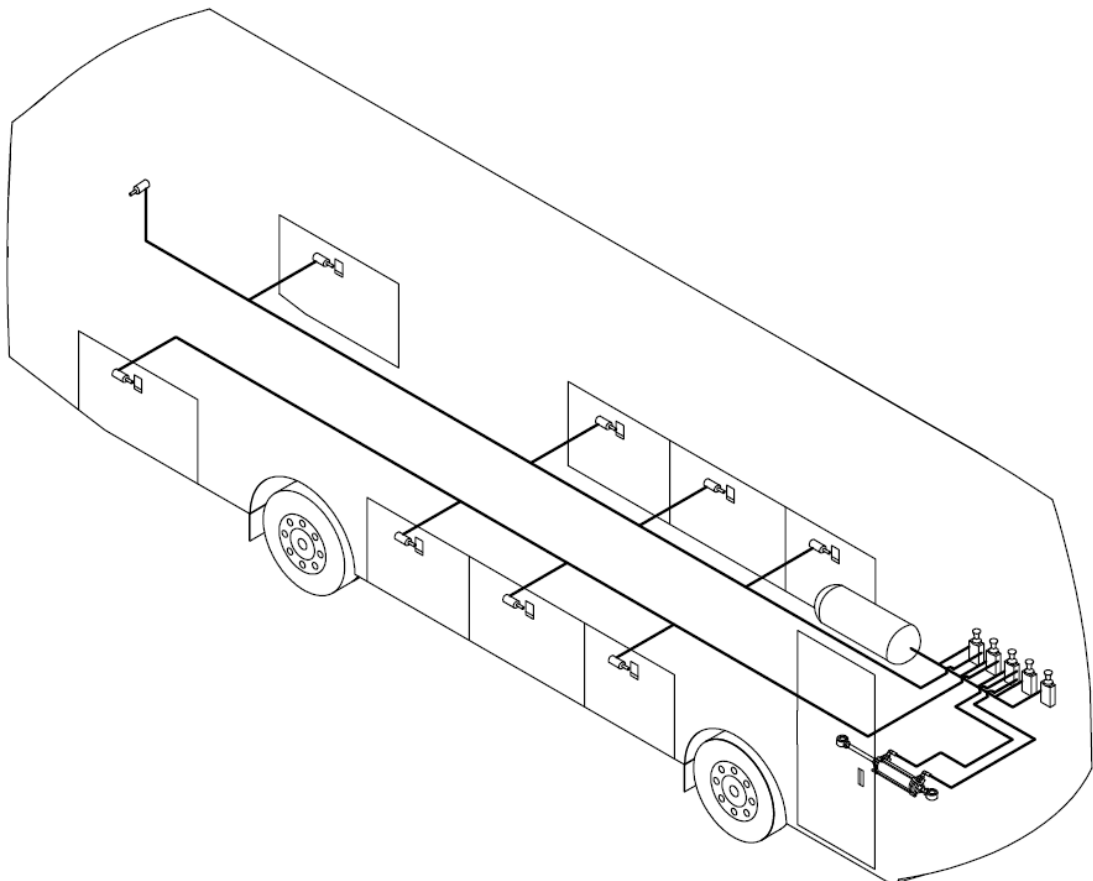


Figura 11: Representación del sistema neumático de bloqueo de compuertas y apertura de puerta principal.

Fuente: Autor

### **3.1.2.12 Colocación del sistema eléctrico**

Una vez finalizada la instalación del sistema neumático se procede al cableado de los diferentes sistemas del interior y exterior de la unidad, realizando las respectivas conexiones, en sistemas:

**Exteriores:** Cucuyas, luces laterales, delimitadoras, neblineros y faroles principales.

**Interiores:** Luces de salón, de cabina, escaleras, portaequipajes.

**Accesorios:** Cámara de vigilancia, televisión, radio, monitor de cámara de vigilancia, limpiaparabrisas, etc.

Finalmente, se verifica el correcto aislamiento de todas las conexiones y funcionamiento de todos los sistemas implantados.

### **3.1.2.13 Colocación de señalética y accesorios**

Se procede a la instalación de señalética en la parte interna y externa, durante este proceso se realiza también la colocación de los retrovisores y plumillas.

### **3.1.2.14 Instalación de aire acondicionado**

Para la colocación del sistema de aire acondicionado se marca cada una de las medidas de las tuberías sobre la estructura, luego se realizan las perforaciones necesarias e instalaciones todos los elementos del sistema de aire acondicionado como el compresor, evaporador, condensador, etc., finalmente se comprueba su funcionamiento y rendimiento.

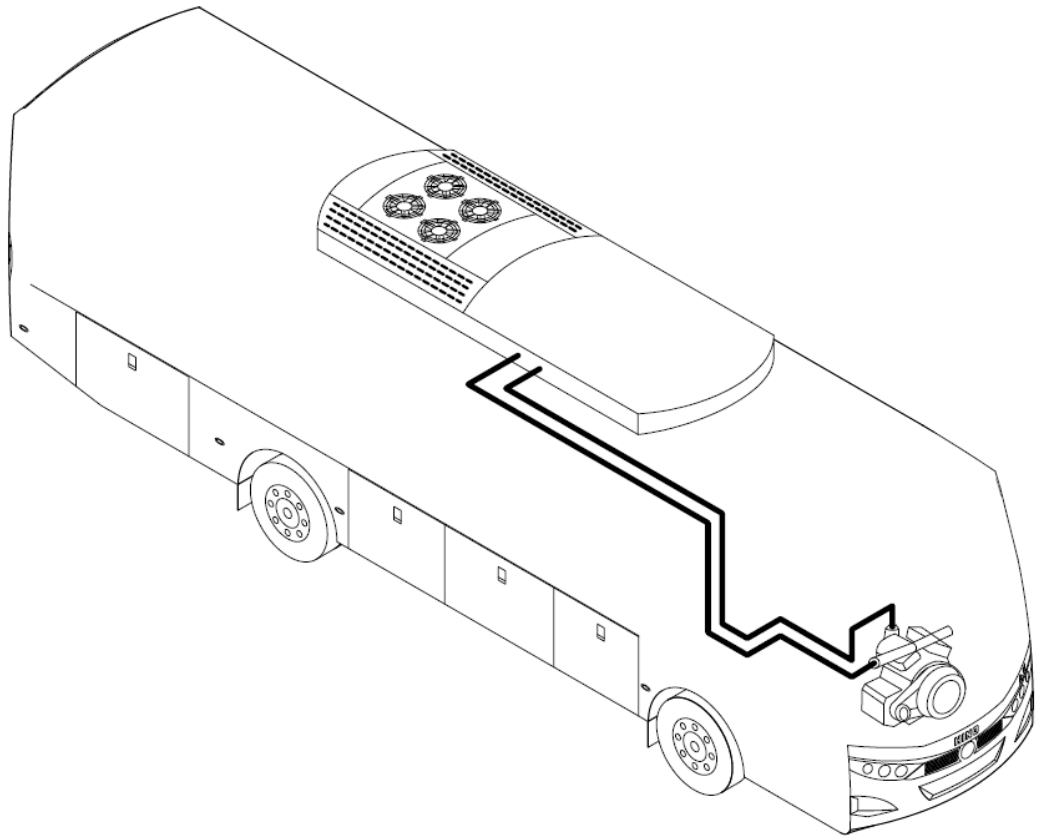


Figura 12: Representación del sistema de aire acondicionado.

Fuente: Autor

### 3.1.2.15 Control de calidad

Previamente al control de calidad se realiza una limpieza de toda la unidad, posteriormente con una ficha de control de calidad se revisa todos los elementos instalados, verificando los espesores de los vidrios, funcionamiento de los sistemas de aire acondicionado, neumático, limpia parabrisas, mecanismos de los asientos, señalética de seguridad y revisión de otros accesorios.

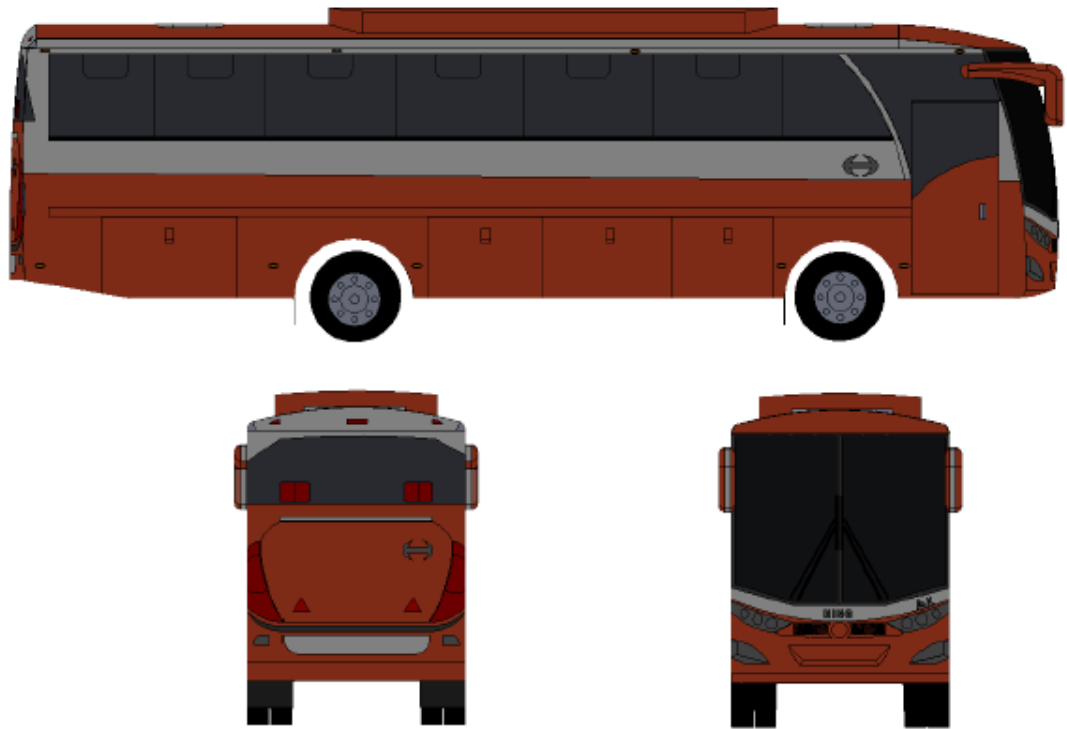


Figura 13: Bus terminado.

Fuente: Autor

### **3.1.3 Descripción de los sistemas que conforman una carrocería**

La carrocería está conformada por diversos sistemas que brindan confort y seguridad a los usuarios, a continuación, se describen los sistemas por los que está compuesto:

#### **3.1.3.1 Sistema de aire acondicionado**

El principal objetivo del sistema de aire acondicionado es suministrar un clima confortable para los usuarios en el interior de la unidad.

Este sistema está conformado principalmente por tres elementos: compresor, condensador y evaporador que son la base de este sistema, en la figura 14 se puede observar las partes principales del sistema.

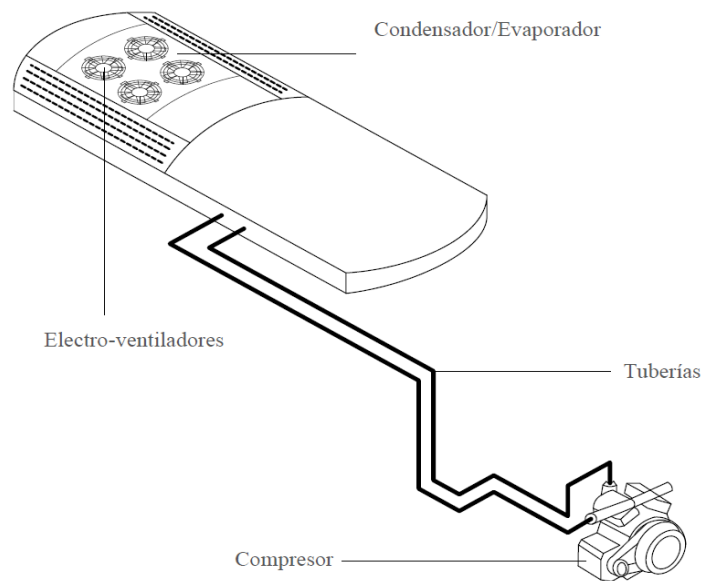


Figura 14: Elementos principales del sistema de aire acondicionado.

Fuente: Autor.

### 3.1.3.2 Sistema neumático

El sistema neumático es un conjunto de elementos que está encargado de generar el movimiento para la apertura y cierre de la escotilla frontal, puerta principal, puerta del salón de pasajeros y de la grada auxiliar, también es el encargado de asegurar las compuertas de los portaequipajes.

Este sistema está conformado principalmente por actuadores, válvulas y el tanque de suministro de aire, en la figura 15 se puede observar sus principales componentes:



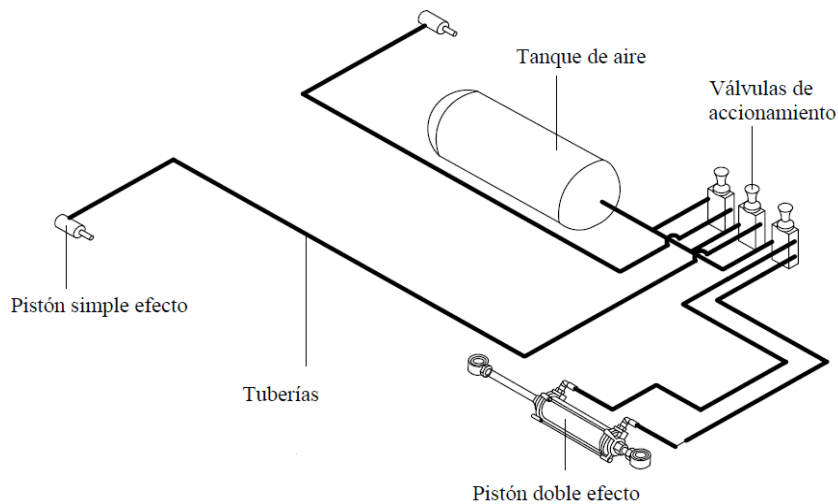


Figura 15: Elementos principales del sistema neumático.

Fuente: Autor

### 3.1.3.3 Sistema eléctrico

El sistema eléctrico es un conjunto de elementos o componentes ligados entre sí, encargados de suministrar y transportar energía eléctrica a dispositivos que lo requieren para su funcionamiento.

### 3.1.3.4 Iluminación

El propósito de la iluminación es mejorar la visibilidad tanto del conductor como de los pasajeros, aumentando la claridad del vehículo y ofreciendo seguridad en el transporte en condiciones de baja visibilidad. Se puede dividir en dos partes:

**Iluminación Interna:** Luces de salón, luces de cabina, luces de lectura, etc.

**Iluminación externa:** Luces delimitadoras, neblineros, luces de posición, etc.

En la figura 19 se puede observar parte de la iluminación externa del autobús.

### 3.1.3.5 Sistema de limpia parabrisas

Conformado por un conjunto de elementos ligados entre si que cumplen con el objetivo de limpiar una porción de área del parabrisas para una mejor visualización del interior hacia el exterior, en la figura 16 se muestran sus principales elementos.

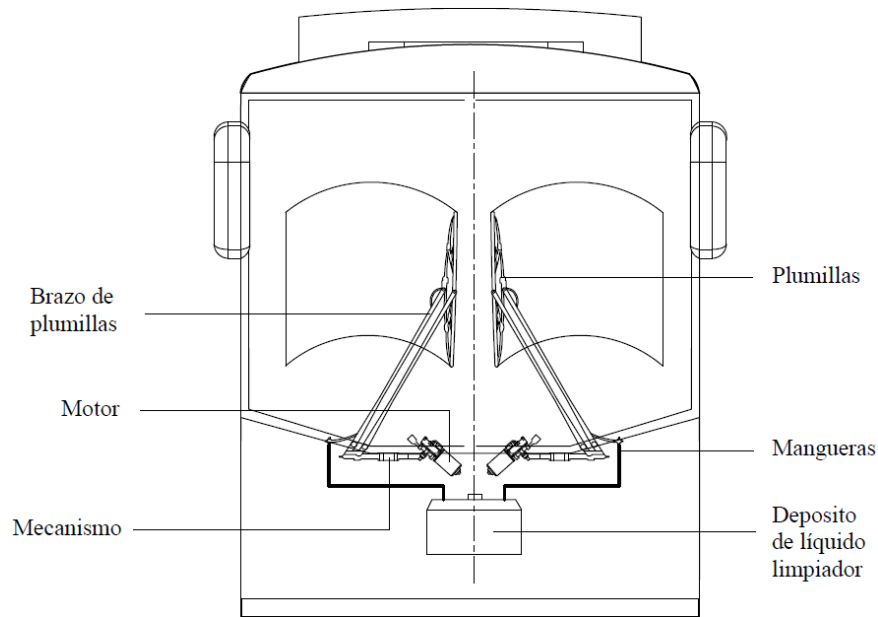


Figura 16: Elementos principales del sistema limpia parabrisas.

Fuente: Autor.

### 3.1.3.6 Asientos

Son estructuras que están fijadas a la estructura de la carrocería, la principal función de los asientos es alojar a los usuarios de manera segura y confortable, en la carrocería existen tres tipos de asientos que se mencionan a continuación:

**Asientos de pasajeros:** Diseñados para el alojamiento de los pasajeros, conformados por mecanismos que permite la inclinación individual del asiento y mecanismos de seguridad.

**Asientos Conductor:** Diseñado exclusivamente para el alojamiento del conductor, conformado con mecanismos que permiten la regulación vertical, horizontal y inclinación, además cuenta con su respectivo mecanismo de seguridad.

**Asiento del acompañante:** Situado en la cabina del conductor y está diseñado para el alojamiento del acompañante del conductor, cuenta con sus respectivos mecanismos de regulación y seguridad.

En las figuras 17 y 18 se muestran los principales elementos que los conforman:

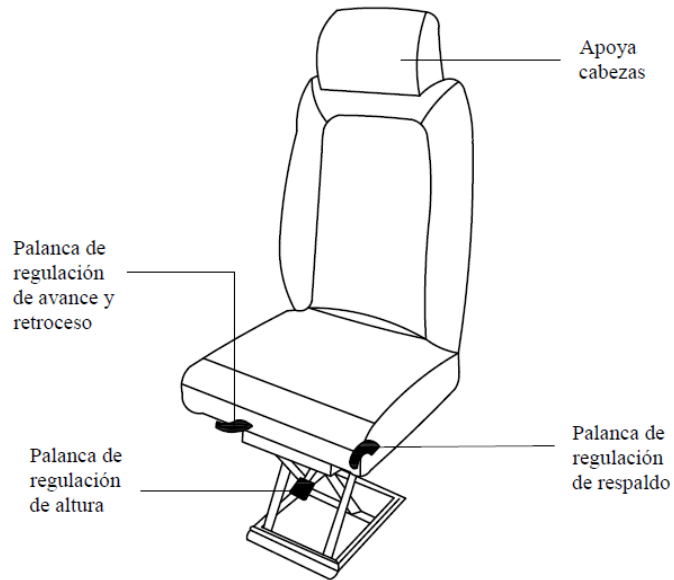


Figura 17: Elementos principales del asiento del conductor.

Fuente: Autor

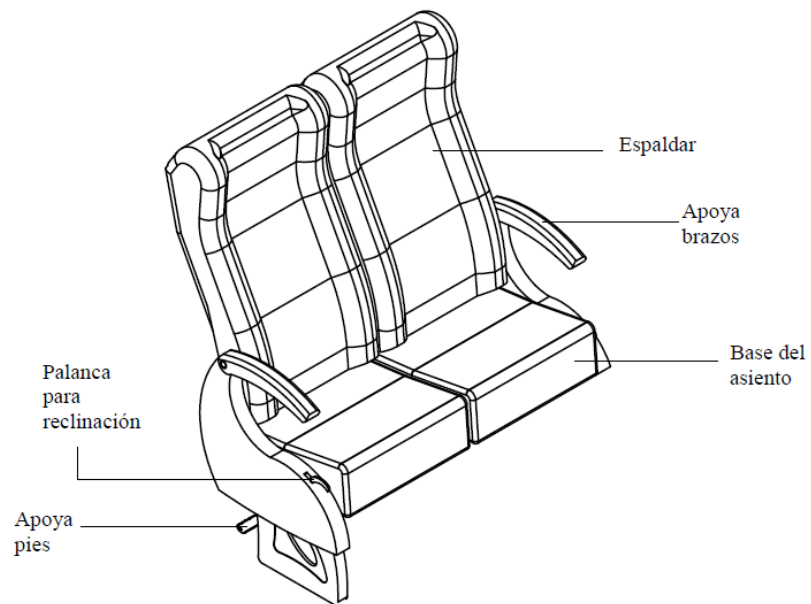


Figura 18: Elementos principales del asiento de pasajeros doble.

Fuente: Autor

### 3.1.4 Identificación general de componentes de la carrocería

En las figuras 19 y 20 se muestran algunos elementos principales que conforman una carrocería.

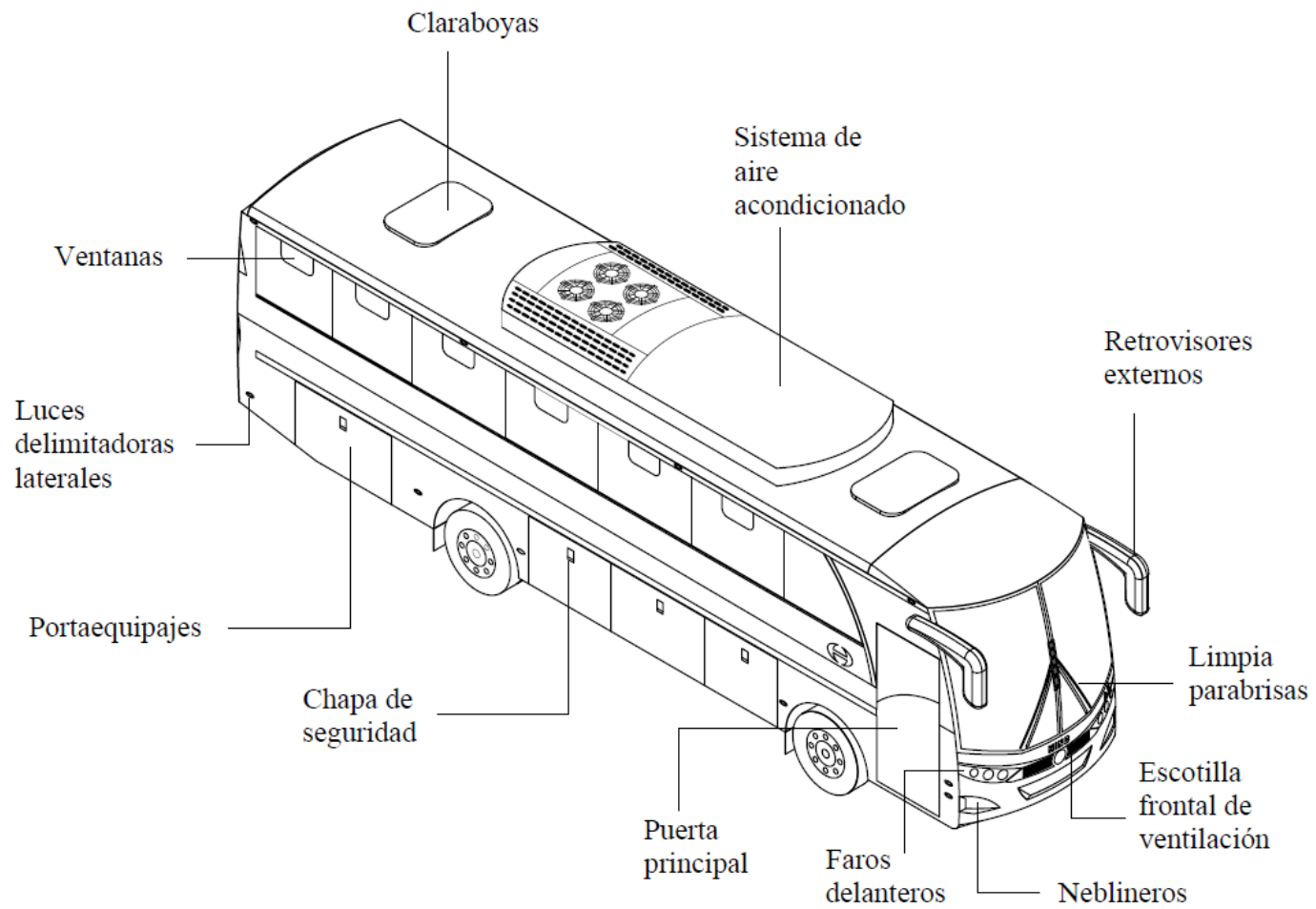


Figura 19: Sistemas exteriores.

Fuente: Autor

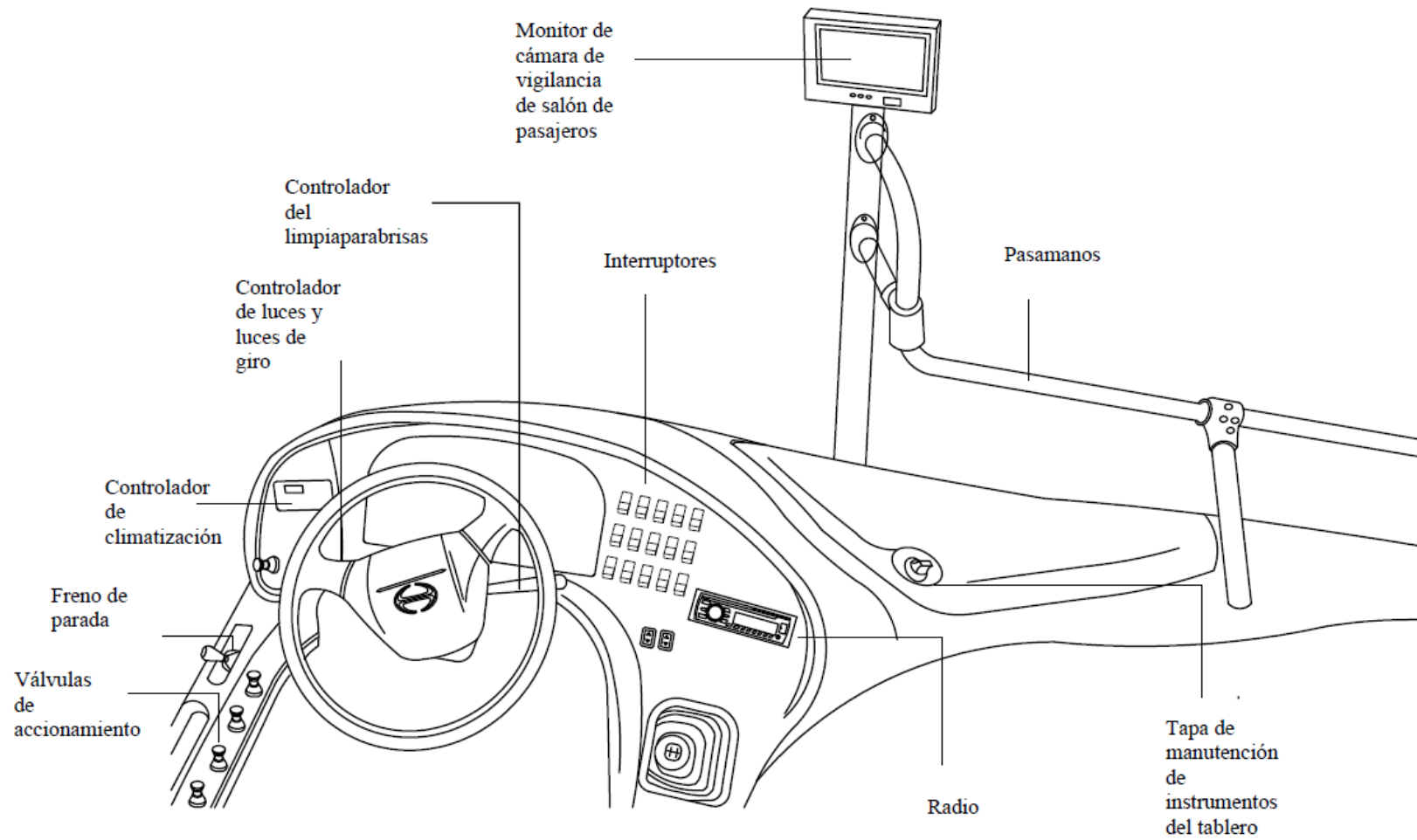


Figura 20: Sistemas interiores de la cabina del conductor.

Fuente: Autor

## 3.2 Codificación

La codificación de los equipos, sistemas, subsistemas y componentes permite identificarlos con facilidad, reduciendo los tiempos de localización de cada uno de ellos.

### 3.2.1 Codificación del equipo

El equipo el cual va a estar sujeto a un análisis es la carrocería del autobús, donde el requerimiento principal consiste en la determinación de los fallos potenciales. Para esto se elegirá una codificación significativa la cual proporcionará en su estructura información adicional para que su identificación y localización sea más efectiva.

La estructura de la codificación del sistema estará determinada por la siguiente consideración:

A: Sigla del equipo, letra inicial del equipo.

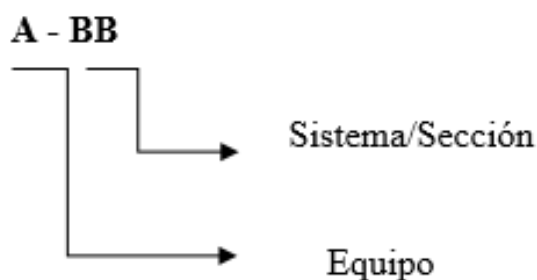
Para este caso el equipo es la carrocería su codificación quedaría de la siguiente manera:

C: Carrocería

Por otra parte, para facilitar la localización y el análisis de los componentes se los dividirá en sistemas o secciones según sea el caso.

### 3.2.2 Codificación de sistemas y secciones

Los sistemas o secciones tendrán la siguiente configuración en su estructura de acuerdo con las siguientes consideraciones:



En BB: se incorporarán las siglas iniciales del sistema o sección, en las tablas 10 y 11 se muestran la codificación de los sistemas y secciones:

Tabla 10: Codificación de sistemas

<b>Código</b>	<b>Sistema</b>
C-AA:	Aire acondicionado
C-EL:	Eléctrico
C-LP:	Limpia parabrisas
C-NE:	Neumático

Fuente: Autor

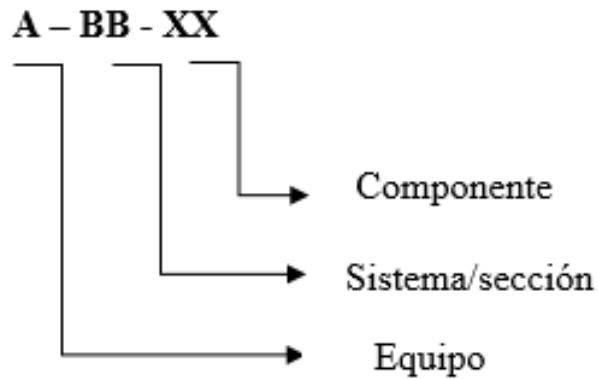
Tabla 11: Codificación de secciones

<b>Código</b>	<b>Sección</b>
C-CC:	Cabina del conductor
C-FR:	Frontal externo
C-LA:	Laterales externos
C-PO:	Posterior externo
C-SP:	Solón de Pasajeros

Fuente: Autor

### 3.2.3 Codificación de componentes

Para la codificación de los componentes la estructura será con la consideración siguiente:



En XX se colocarán números consecutivos que representará a cada componente del sistema o subsistema.

Por ejemplo, para las cañerías que forma parte del sistema neumático su codificación sería la siguiente:

C-NE-01

### 3.3 Inventario

En la tabla 12 se muestra el inventario de la carrocería de un autobús interprovincial, en la cual cada componente consta con su respectivo código.

Tabla 12: Inventario de la carrocería

Inventario de Carrocería				
N.º	Código	Descripción	Cantidad	Unidad
1	C-AA-01	Compresor	1	u
2	C-AA-02	Condensador	1	u
3	C-AA-03	Evaporador	1	u
4	C-AA-04	Tuberías	14	m
5	C-AA-05	Válvula de expansión	1	u
6	C-AA-06	Electro ventilador	4	u
7	C-EL-01	Amplificador	1	u



8	C-EL-02	Batería	2	u
9	C-EL-03	Cableado	200	m
10	C-EL-04	Convertidor	1	u
11	C-EL-05	Juego de bombillos internos y externos	1	u
12	C-EL-06	Módulo de fusibles	1	u
13	C-EL-07	Módulo de Interruptores	1	u
14	C-EL-08	Módulo de Relés	1	u
15	C-EL-09	Módulo de sensores	1	u
16	C-EL-10	Transformador	1	u
17	C-LP-01	Bomba limpiaparabrisas	1	u
18	C-LP-02	Boquilla de pulverizador	2	u
19	C-LP-03	Brazos de para plumas	2	u
20	C-LP-04	Cañerías	3	m
21	C-LP-05	Depósito de liquido	1	u
22	C-LP-06	Mecanismo para plumas	2	u
23	C-LP-07	Motor de plumas	2	u
24	C-LP-08	Plumas	2	u
25	C-NE-01	Cañería	25	m
26	C-NE-02	Cilindro doble efecto	3	u
27	C-NE-03	Cilindros simple efecto con resorte	5	u
28	C-NE-04	Tanque de aire	1	u
29	C-NE-05	Válvulas de accionamiento	4	u
30	C-CC-01	Asiento acompañante	1	u
31	C-CC-02	Asiento conductor	1	u
32	C-CC-03	Caja de herramientas	1	u
33	C-CC-04	Caja porta fusibles	1	u
34	C-CC-05	Cajuelas interiores	3	u
35	C-CC-06	Cinturón de seguridad tres puntos	2	u
36	C-CC-07	Control de climatización	1	u
37	C-CC-08	Escaleras metálicas	1	u
38	C-CC-09	Espejo retrovisor convexo	1	u
39	C-CC-10	Extintor contra incendios	1	u
40	C-CC-11	Luces led de cabina	4	u
41	C-CC-12	Jugo luces para escaleras	1	u
42	C-CC-13	Monitor cámara de pasajeros	1	u
43	C-CC-14	Moquetas	2	u
44	C-CC-15	Panel de control del tablero	1	u

45	C-CC-16	Parlantes 300W	2	u
46	C-CC-17	Pasamanos	1	u
47	C-CC-18	Puerta de separación	1	u
48	C-CC-19	Radio	1	u
49	C-CC-20	Retrovisor interno	1	u
50	C-FR-01	Alarma	1	u
51	C-FR-02	Antena de radio	1	u
52	C-FR-03	Picaporte de escotilla frontal	1	u
53	C-FR-04	Escotilla frontal de ventilación	1	u
54	C-FR-05	Espejos retrovisores	2	u
55	C-FR-06	Faros delanteros	2	u
56	C-FR-07	Faros neblineros	2	u
57	C-FR-08	Rutero electrónico	1	u
58	C-FR-09	Mecanismo de apertura de escotilla frontal	2	u
59	C-FR-10	Parabrisas	1	u
60	C-FR-11	Parachoques delantero	1	u
61	C-FR-12	Pito Reto 24V	1	u
62	C-LA-01	Bisagras para compuertas	4	u
63	C-LA-02	Bisagras para puerta conductor	2	u
64	C-LA-03	Chapa con llave compuertas pequeñas	1	u
65	C-LA-04	Chapa con llave puerta conductor	1	u
66	C-LA-05	Chapas de compuerta	8	u
67	C-LA-06	Faros post ámbar laterales	16	u
68	C-LA-07	Juego de amortiguadores de gas de compuerta	1	u
69	C-LA-08	Juego de luces de portaequipajes	1	u
70	C-LA-09	Juego de ventanas	1	u
71	C-LA-10	Portaequipajes	6	u
72	C-LA-11	Protector de los portaequipajes	6	u
73	C-LA-12	Puerta del conductor	1	u
74	C-LA-13	Puerta de acceso de pasajeros	1	u
75	C-LA-14	Puerta tipo pantográfica compuertas	8	u
76	C-PO-01	Amortiguadores de compuerta posterior	2	u
77	C-PO-02	Bisagra bodega posterior	2	u
78	C-PO-03	Chapa de compuerta posterior	1	u
79	C-PO-04	Faros retroreflectivos	2	u
80	C-PO-05	Faros delimitadores posteriores	2	u
81	C-PO-06	Faros posteriores	2	u

82	C-PO-07	Faros neblineros posteriores	2	u
83	C-PO-08	Parabrisas posterior	1	u
84	C-PO-09	Parachoques trasero	1	u
85	C-PO-10	Señalética de seguridad	1	u
86	C-SP-01	Basurero de fibra de vidrio	1	u
87	C-SP-02	Cajuelas interiores	3	u
88	C-SP-03	Cámara de vigilancia	1	u
89	C-SP-04	Claraboya con ventilador y extractor	2	u
90	C-SP-05	Estantes	2	u
91	C-SP-06	Juego cinturón de seguridad dos puntos	1	u
92	C-SP-07	Juego de asientos de pasajeros	1	u
93	C-SP-08	Juego de cortinas	1	u
94	C-SP-09	Juego de lamparas de salón	1	u
95	C-SP-10	Juego de porta individuales	1	u
96	C-SP-11	Juego luces led	1	u
97	C-SP-12	Letrero led digital	1	u
98	C-SP-13	Martillo de seguridad	1	u
99	C-SP-14	Parlantes 500W	6	u
100	C-SP-15	Pasamanos	1	u
101	C-SP-16	Rejilla de aire acondicionado	1	u
102	C-SP-17	Señalética interior	1	u
103	C-SP-18	Televisión led	1	u
104	C-CS-01	Basurero	1	u
105	C-CS-02	Bomba eléctrica	1	u
106	C-CS-03	Cañería de abastecimiento	4	m
107	C-CS-04	Cañería de descarga	3	m
108	C-CS-05	Chapa con cerrado automático	1	u
109	C-CS-06	Dispensador de jabón	1	u
110	C-CS-07	Espejo	1	u
111	C-CS-08	Extractor de olores	1	u
112	C-CS-09	Grifo de cierre automático	1	u
113	C-CS-10	Inodoro	1	u
114	C-CS-11	Lampara de iluminación	1	u
115	C-CS-12	Lavamanos	1	u
116	C-CS-13	Mecanismo de evacuación	1	u
117	C-CS-14	Mecanismo de limpieza	1	u
118	C-CS-15	Papelera	1	u

119	C-CS-16	Tanque de agua	1	u
120	C-CS-17	Tanque de aguas residuales	1	u
121	C-CS-18	Válvula neumática de descarga	2	u

Fuente: Autor

### 3.4 Funciones de los sistemas y componentes.

Las funciones que cumplen cada uno de los sistemas y componentes de la carrocería se muestran en las tablas 13 a la 22.

#### 3.4.1 Función del sistema de aire acondicionado

Proporcionar un ambiente de clima confortable dentro del salón de pasajeros de la carrocería.

Tabla 13: Funciones de los componentes del sistema de aire acondicionado.

SISTEMA:	CLIMATIZACIÓN	
Código	Componente	Función
C-AA-01	Compresor	Eleva la presión del refrigerante succionado y haciéndolo circular por el sistema.
C-AA-02	Condensador	Transforma el gas en liquido reduciendo la temperatura.
C-AA-03	Evaporador	Aspira el calor que está presente en el interior del bus lo torna frío y lo regresa al autobús.
C-AA-04	Tuberías	Transportan el refrigerante por el sistema.
C-AA-05	Válvula de expansión	Regula el caudal de refrigerante de entrada del evaporador.
C-AA-06	Electro ventilador	Encargado de disminuir la temperatura y presión del condensador por medio de una corriente de aire.

Fuente: Autor

### 3.4.2 Funciones del sistema Eléctrico

Es uno de los sistemas más importantes ya que es el encargado de transmitir la energía necesaria para que otros sistemas funcionen correctamente.

Tabla 14: Funciones de los componentes del sistema eléctrico.

SISTEMA:	ELÉCTRICO	
Código	Componente	Función
C-EL-01	Amplificador de audio	Aumenta la intensidad de señal de audio del autobús.
C-EL-02	Batería	Proporciona energía eléctrica al sistema.
C-EL-03	Cableado	Conduce la energía eléctrica a diversos puntos del sistema.
C-EL-04	Convertidor	Cambia el voltaje de corriente continua a un voltaje de corriente alterna para equipos como tv, dvd, etc.
C-EL-05	Bombillos internos y externos	Iluminan una porción de área determinada.
C-EL-06	Fusibles	Interrumpen el exceso de voltaje que se transmite a los dispositivos protegiéndolos de algún daño.
C-EL-07	Interruptores	Accionan e interrumpe el flujo de energía para diversos equipos.
C-EL-08	Relés	Permiten operar circuitos de alto consumo mediante circuitos de bajo consumo.
C-EL-09	Sensores	Convierten una magnitud física en una eléctrica que pueda ser comprendida por el usuario.
C-EL-10	Transformador	Disminuye la tensión de entrada para el radio del autobús.

Fuente: Autor

### 3.4.3 Funciones del sistema de Limpia Parabrisas

Limpiar una porción de área del parabrisas frontal del autobús mejorando la visualización frontal del conductor.

Tabla 15: Funciones de los componentes del sistema de limpia parabrisas.

SISTEMA:	FRONTAL EXTERNO	
Código	Componente	Función
C-LP-01	Bomba limpiaparabrisas	Presuriza el líquido a través de las mangueras y la boquilla.
C-LP-02	Boquilla de pulverizador	Direcciona y potenciar el líquido limpiador para el parabrisas.
C-LP-03	Brazos de para plumas	Transmiten el movimiento hacia las escobillas.
C-LP-04	Cañerías	Conducen el líquido limpiador de la bomba hacia las boquillas.
C-LP-05	Depósito de liquido	Almacena el líquido limpiador para su posterior utilización.
C-LP-06	Mecanismo para plumas	Transmite el movimiento producido por el motor hacia los brazos.
C-LP-07	Motor de plumas	Genera el movimiento y lo transmite hacia el mecanismo y este a su vez a los brazos de las escobillas.
C-LP-08	Plumas	Limpian una porción de área del parabrisas manteniéndolo limpio para mejor visualización del conductor.

Fuente: Autor

### 3.4.4 Funciones del sistema Neumático

- Permite la apertura y cierre de las puertas principal y de separación del autobús.
- Desbloquea las cerraduras de las compuertas de los portaequipajes.

Tabla 16: Funciones de los componentes del sistema de neumático.

SISTEMA:	NEUMÁTICO	
Código	Componente	Función
C-NE-01	Cañería	Conduce aire a las válvulas de accionamiento y cilindros.
C-NE-02	Cilindros doble efecto	Producen el trabajo útil para el cierre y apertura de las puertas interna, externa y de escotilla.
C-NE-03	Cilindros simple efecto con resorte	Permiten el bloque de las compuertas de las bodegas del autobús.
C-NE-04	Tanque de aire	Suministra la cantidad de aire necesaria para el funcionamiento de los sistemas.
C-NE-05	Válvulas de accionamiento	Controlan la dirección del aire del sistema.

Fuente: Autor

### 3.4.5 Funciones de la sección de la Cabina del Conductor.

Esta sección abarca diversas funciones en su interior que permiten al conductor el control de la unidad con mayor facilidad y confort.

Tabla 17: Funciones de los componentes de la sección cabina del conductor.

SECCIÓN:	CABINA DEL CONDUCTOR	
Código	Componente	Función
C-CC-01	Asiento acompañante	Aloja al acompañante del conductor de forma segura y confortable.
C-CC-02	Asiento conductor	Aloja al conductor de la unidad sentado, de forma segura y confortable.
C-CC-05	Cajuelas interiores	Albergan y mantiene en su interior objetos pequeños de utilización del conductor.

C-CC-06	Cinturón de seguridad tres puntos	Asegura a la persona en tres puntos específicos manteniéndolo al asiento en caso de algún accidente.
C-CC-07	Control de climatización	Controla el estado del clima dentro de la unidad.
C-CC-08	Escaleras metálicas	Permite el acceso y descenso seguro de los usuarios de la unidad.
C-CC-09	Espejo retrovisor convexo	Expande el campo de visualización posterior del interior de la unidad.
C-CC-11	Luces led de cabina	Iluminan la cabina del conductor.
C-CC-12	Luces de escaleras	Proporcionan iluminación a las escaleras para mejor visualización en la oscuridad.
C-CC-13	Monitor cámara de pasajeros	Permite la visualización del salón de pasajeros en tiempo real.
C-CC-15	Panel de control del tablero	Permite controlar los sistemas de la unidad.
C-CC-16	Parlantes 300W	Reproducen el sonido de dispositivos previamente conectados.
C-CC-17	Pasamanos	Ayudan en la sujeción del usuario para seguridad en su ascenso y descenso.
C-CC-18	Puerta de separación	Divide el salón de pasajeros con la cabina del conductor y permite la entrada y salida de los usuarios.
C-CC-20	Retrovisor interno	Permite la visualización que se encuentra tras del conductor.

Fuente: Autor

### 3.4.6 Funciones de la sección Frontal Externa

En este sistema existen diversas funciones como ventilación del motor, iluminación y ayudas para que el conductor maneje la unidad con seguridad.



Tabla 18: Funciones de los componentes de la sección frontal externa.

SECCIÓN:	FRONTAL EXTERNO	
Código	Componente	Función
C-FR-01	Alarma	Alerta al usuario mediante ondas sonoras de algún movimiento o golpe inusual cuando esta esté activada.
C-FR-04	Escotilla frontal de ventilación	Posibilita el ingreso de aire a diferentes partes del motor.
C-FR-05	Espejos retrovisores	Permiten la visualización de una parte del área que se encuentra posterior y lateral de la unidad.
C-FR-06	Faros delanteros	Iluminan un área determinada frente al vehículo, indican la dirección de giro y parqueo.
C-FR-07	Faros neblineros	Proporcionan iluminación más intensa en caso de ambientes nublados tormentas, para mejorar la visibilidad del conductor.
C-FR-08	Rutero electrónico	Muestra mensajes programado previamente como los lugares de destino para información del usuario externo.
C-FR-10	Parabrisas	Protege el interior de la cabina contra agentes externos que puedan ingresar.
C-FR-11	Parachoques delantero	Protege y amortigua a la unidad de cualquier choque frontal.
C-FR-12	Pito Reto 24V	Alerta a personas externas de algún peligro mediante un sonido.

Fuente: Autor

### 3.4.7 Funciones de la sección Laterales Externos

El sistema lateral cuenta con funciones específicas en cada componente que brindan seguridad en el transporte de equipajes, vistas panorámicas e iluminación lateral.

Tabla 19: Funciones de los componentes de sección laterales externos.

SECCIÓN:	LATERALES EXTERNOS	
Código	Componente	Función
C-LA-01	Bisagras para compuertas	Permiten la apertura y cierre compuertas pequeñas.
C-LA-02	Bisagras para puerta conductor	Permiten la apertura y cierre de la puerta del conductor.
C-LA-03	Chapa con llave compuertas pequeñas	Aseguran las compuertas pequeñas que puedan ser abiertas sin llave.
C-LA-04	Chapa con llave puerta conductor	Aseguran la puerta del conductor que pueda ser abierta sin llave.
C-LA-05	Chapas de compuerta	Aseguran las compuertas de los portaequipajes.
C-LA-06	Faros post ámbar laterales	Delimitan la unidad vista desde un lado lateral.
C-LA-07	Amortiguadores de gas de compuertas	Impiden la apertura y cierre brusco de las compuertas de las bodegas.
C-LA-08	Luces de portaequipajes	Iluminan el interior del portaequipaje.
C-LA-09	Ventanas	Impiden el ingreso de agentes externos hacia el interior de la unidad.
C-LA-10	Portaequipajes	Alojan el equipaje de los pasajeros de forma segura e impermeable.
C-LA-11	Protector de los portaequipajes.	Protegen que el equipaje no salga del interior del portaequipaje.
C-LA-12	Puerta del conductor	Permite el ingreso y salida del conductor de la unidad.
C-LA-13	Puerta de acceso de pasajeros	Permite el ingreso y salida de los usuarios de la unidad.
C-LA-14	Puerta tipo pantográfica compuertas	Direccionan la puerta del portaequipaje para su apertura y cierre.

Fuente: Autor

### 3.4.8 Función de la sección Posterior Externa.

Los componentes de este sistema cumplen con diversas funciones para seguridad del autobús y los ocupantes.

Tabla 20: Funciones de los componentes de la sección posterior.

SECCIÓN:	POSTERIOR EXTERNO	
Código	Componente	Función
C-PO-01	Amortiguadores de compuerta posterior	Impiden la apertura y cierre brusco de la compuerta posterior.
C-PO-02	Bisagras de la bodega posterior	Permiten la apertura y cierre de la compuerta posterior de la unidad.
C-PO-03	Chapa de compuerta posterior	Asegura la compuerta posterior.
C-PO-04	Faros retroreflectivos	Reflectan la luz de automotores que se encuentren en la parte posterior al autobús.
C-PO-05	Faros delimitadores posteriores	Delimitan la unidad en una vista posterior.
C-PO-06	Faros posteriores	Iluminan un área determinada detrás del vehículo, indican la dirección de giro, freno y parqueo.
C-PO-07	Faros neblineros posteriores	Permiten al vehículo hacerlo más visible en su posterior en caso de neblina densa o tormentas.
C-PO-08	Parabrisas posterior	Impide el ingreso de agentes externos hacia el salón de pasajeros por detrás.
C-PO-09	Parachoques trasero	Protege y amortigua la unidad de cualquier impacto, choque por la parte posterior.
C-PO-10	Señalética de seguridad	Previene, orienta y guía la parte posterior de la unidad.

Fuente: Autor

### 3.4.9 Función de la sección Salón de Pasajeros.

Ofrece confort y seguridad a los pasajeros en el interior de la unidad.

Tabla 21: Funciones de los componentes del sistema salón de pasajeros.

SISTEMA:	SALÓN DE PASAJEROS	
Código	Componente	Función
C-SP-02	Cajuelas interiores	Albergan y mantienen en su interior objetos pequeños de manera segura.
C-SP-03	Cámara de vigilancia	Emite imágenes en tiempo real al monitor del ubicado en la cabina.
C-SP-04	Claraboya con ventilador y extractor	Ayuda a la ventilación del salón de pasajeros, permite la salida de la unidad en casos de emergencia.
C-SP-06	Cinturón de seguridad dos puntos	Aseguran a los pasajeros a la altura de las caderas.
C-SP-07	Asientos de pasajeros	Alojan a los pasajeros de manera segura y confortable.
C-SP-08	Cortinas	Impiden la visualización total o parcial hacia el interior de la unidad, impiden el ingreso de luz total o parcial al interior.
C-SP-09	Lámparas de salón	Iluminan el salón de pasajeros.
C-SP-10	Porta individuales	Permiten la iluminación, ventilación individual de los pasajeros desde la parte superior.
C-SP-11	Luces led	Iluminan el salón de pasajeros en menor intensidad.
C-SP-12	Letrero led digital	Permite la visualización de mensajes cargados previamente para la información del ocupante.
C-SP-13	Martillo de seguridad	Permite romper los vidrios de las ventanas en caso de emergencia.

C-SP-15	Pasamanos	Ayudan en la sujeción del usuario en caso de que lo necesite.
C-SP-16	Rejilla de aire acondicionado	Permite la salida y entrada de aire de manera uniforme para el acondicionamiento del ambiente.
C-SP-17	Señalética interior	Previene, orienta y guía al ocupante dentro de la unidad.
C-SP-18	Televisión led	Proyecta imágenes para entretenimiento del usuario.

Fuente: Autor

### 3.4.10 Función de la sección Cabina Sanitaria

Ofrece un espacio donde los usuarios pueden realizar sus necesidades de una manera confortable.

Tabla 22: Funciones de los componentes de la sección de la cabina sanitaria.

SECCIÓN:	CABINA SANITARIA	
Código	Componente	Función
C-CS-02	Bomba eléctrica	Incrementa la presión del agua para abastecimiento del inodoro y lavamanos
C-CS-03	Cañería de abastecimiento	Direcciona el agua limpia al inodoro y grifo de lavamanos
C-CS-04	Cañería de descarga	Direcciona las aguas residuales hacia el tanque
C-CS-05	Chapa de puerta de cabina	Permite el cierre puerta de la cabina sanitaria
C-CS-06	Dispensador de jabón	Provisiona de jabón para el uso de los pasajeros
C-CS-08	Extractor de olores	Absorbe los olores producidos dentro de la cabina sanitaria

C-CS-09	Grifo de cierre automático	Permite el abastecimiento de agua para el aseo personal con un cierre automático
C-CS-10	Inodoro	Recolecta y dirige las aguas residuales de los usuarios hacia las cañerías de descarga
C-CS-11	Lámpara de iluminación	Proporciona de iluminación la cabina sanitaria
C-CS-12	Lavamanos	Recolecta y dirige las aguas residuales del aseo personal de los usuarios hacia las cañerías de descarga
C-CS-13	Mecanismo de evacuación	Permite la evacuación de las aguas residuales del tanque
C-CS-14	Mecanismo de limpieza	Permite la evacuación de las aguas residuales del inodoro
C-CS-15	Papelera	Provisiona de papel para el uso de los pasajeros
C-CS-16	Tanque de agua	Contiene el agua para provisionar cuando lo requieran
C-CS-17	Tanque de aguas residuales	Contiene las aguas residuales de forma hermética
C-CS-18	Válvula neumática de descarga	Controla el abastecimiento de agua para la eliminación de los desechos del inodoro y tanque de aguas residuales

Fuente: Autor

### 3.5 Análisis de modo de falla y efecto (AMFE) de la carrocería del autobús.

Con el siguiente sistema de análisis de seguridad y de fiabilidad de cómo funciona un elemento, el análisis de las causas de fallo y los efectos que se pueden originar a partir de dicho fallo, estos pueden perjudicar al buen funcionamiento y desempeño de un sistema del autobús.

Además, con el análisis se puede determinar el tipo de procedimiento que se puede seguir para evitarlo (Limpieza, inspección, etc.) y su posible solución (reajuste, cambio, etc).

Este estudio servirá para detectar los posibles fallos que podrían suceder cuando el autobús este en circulación y este expuesto a las condiciones climáticas adversas del país, condiciones impredecibles de las vías y otros factores que pueden afectar la seguridad y confort de los ocupantes de la unidad.

En las tablas 23 a la 32 se muestran el análisis de modo y efecto de falla (AMFE), donde se tomaron a consideran los sistemas anteriormente seleccionados y serán analizados de forma individual otorgándoles valoraciones según su frecuencia, ocurrencia y grado de detección del fallo, obteniendo el número de prioridad de riesgo (NPR) mediante la fórmula (1):

Tabla 23: Análisis de modo de falla y efecto (AMFE) del sistema de aire acondicionado.

Análisis de modo de falla y efecto (AMFE)										
Carrocería de un autobús interprovincial										
Sistema:		Aire acondicionado		Elaborado por:		Juan Tirado		Fecha:		27/04/2017
Sección:		NA		Revisado por:		Ing. Gustavo Patín		Fecha:		01/05/2017
Código	Componente	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa	Efecto	Valoración				Recomendaciones
						F	G	D	NPR	
C-AA-01	Compresor	Deficiente o excesiva presión para transportar el líquido refrigerante.	Baja presión en la etapa de succión	Fuga del refrigerante en alguna parte del sistema	No enfría el ambiente.	1	6	8	48	Inspeccionar las instalaciones del sistema buscando posibles fugas.
			Desalineamiento de eje motriz	Sujeción deficiente del compresor	Deterioro prematuro de los elementos del compresor	2	8	4	64	Reajustar los pernos de sujeción.
		Excesiva presión a la entrada del compresor	Ingreso de refrigerante al compresor	Válvula de expansión abierta	No enfría el ambiente.	1	8	6	48	Cambiar la válvula de expansión



		Compresión nula	Rotura de banda de la polea de transmisión	Desgaste por tiempo de vida útil	Sistema detenido	2	10	5	100	Cambiar la banda de la polea de transmisión.
C-AA-02	Condensador	Deficiente reducción de la temperatura del refrigerante.	Obstrucción del paso del refrigerante	Serpentines sucios	Enfriamiento deficiente del entorno	1	5	8	40	Limpiar los serpentines
			El líquido o gas no condensables	Contaminación en el sistema	Enfriamiento deficiente del entorno	1	5	10	50	Realizar un vaciado.
			Fractura de aletas	Golpes de agentes externos sobre el sistema	Defectuoso rendimiento del intercambiador	1	8	4	32	Evitar que objetos externos entren en contacto con el sistema
C-AA-03	Evaporador	Deficiente o nulo enfriamiento del aire.		Motor quemado	Enfriamiento del entorno nulo	1	8	4	32	Arreglar o cambiar de motor
			Motor inactivo	Conexiones eléctricas sueltas	Enfriamiento del entorno nulo	2	8	4	64	Revisar los enlaces de las conexiones
			Obstrucción del paso del refrigerante	Serpentines sucios	Enfriamiento deficiente del entorno	2	5	8	80	Lavar los serpentines

C-AA-04	Tuberías	Transporte limitado del refrigerante	Fugas de refrigerante	Tuberías fisuradas	Disminución del refrigerante	2	7	5	70	Reemplazar las tuberías rotas o fisuradas
				Holgura en las uniones	Disminución del refrigerante	1	7	6	42	Reparar o cambiar las uniones
C-AA-05	Válvula de expansión	Excesivo paso del refrigerante al evaporador	Cierre defectuoso	Suciedad o residuos extraños al sistema	Líquido refrigerante retorna al compresor	1	10	5	50	Retirar y limpiar la válvula
C-AA-06	Electro ventilador	Deficiente o nulo abastecimiento de aire al condensador	Motor inactivo	Motor quemado	No enfría el ambiente.	1	8	4	32	Arreglar o cambiar de motor
				Conexiones eléctricas sueltas	No enfría el ambiente.	2	8	4	64	Revisar los enlaces de las conexiones
			Velocidad limitada	Suciedad en el electro ventilador	Deficiente enfriamiento	4	6	4	96	Limpiar periódicamente los electro ventiladores
				PROMEDIO DE NPR					57	57

Fuente: Autor

Tabla 24: Análisis de modo de falla y efecto (AMFE) del sistema Eléctrico.

Análisis de modo de falla y efecto (AMFE)										
Carrocería de un autobús interprovincial										
Sistema:		Eléctrico		Elaborado por:		Juan Tirado		Fecha:		27/04/2017
Sección:		NA		Revisado por:		Ing. Gustavo Patín		Fecha:		01/05/2017
Código	Componente	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa	Efecto	Valoración				Recomendaciones
						F	G	D	NPR	
C-EL-01	Amplificador de audio	Deficiente o nula amplificación de la señal	Desconexión de terminales	Vibraciones bruscas de la unidad	Sonido nulo en los parlantes	1	4	7	28	Revisar las conexiones
C-EL-02	Batería	Deficiencia en la generación de energía eléctrica	Descarga	Sistemas eléctricos encendidos demasiado tiempo	Alimentación de energía nula al sistema	3	8	5	120	Recargar o cambio de la batería
				Reducido contenido de	Alimentación de deficiente de energía de	2	7	6	84	Cargar con agua destilada

				ácido electrolítico						
			Sulfatación de la batería	Exceso del electrolito	Bornes sulfatados	2	7	3	42	Revisión periódica de los niveles de agua
C-EL-03	Cableado	Transmisión de energía nula	Rotura en los cables	Deterioro por tiempo de vida útil	Alimentación de energía nula a los sistemas	2	8	7	112	Revisar, cambiar o empalmar los cables dañados.
			Desconexión	Movimiento brusco del cable	Alimentación de energía nula a los sistemas	2	7	8	112	Revisar las conexiones del sistema
C-EL-04	Convertidor	Cambio de corriente nula	Convertidor quemado	Cortocircuito o sobrecarga en el sistema	Inexistencia de corriente alterna	2	4	7	56	Reemplazar el convertidor
C-EL-05	Bombillos internos y externos	Iluminación nula	Bombillo quemado	Termino de tiempo de vida útil	Deficiente visibilidad en la noche	5	8	4	160	Reemplazar el bombillo quemado

C-EL-06	Fusibles	No permite el funcionamiento de los sistemas	Fusibles quemados	Cortocircuito o sobrecarga en el sistema	Sistemas eléctricos inutilizables	4	8	4	128	Revisar el funcionamiento de los fusibles si no funcionan cambiarlos
C-EL-07	Interruptores	No interrumpe ni acciona el paso de la energía	Desconexión de terminales	Movimiento brusco del cable	Accionamiento nulo de los equipos	1	9	7	63	Revisar y/o conectar los terminales sueltos
C-EL-08	Relés	Funcionamiento nulo del circuito	Relé quemado	Cortocircuito o sobrecarga en el sistema	Funcionamiento nulo de equipos	2	7	4	56	Reemplazar el relé
C-EL-09	Sensores	Envió nulo de advertencia	Desconexión de terminales	Movimiento brusco de los cables	Desinformación del usuario	1	7	7	49	Revisar y/o conectar los terminales sueltos

C-EL-10	Transformador	Transformación del voltaje nula	Transformador quemado	Cortocircuito o sobrecarga en el sistema	Funcionamiento nulo del radio	1	6	7	42	Reemplazar el transformador
PROMEDIO DE NPR									80,9	

Fuente: Autor

Tabla 25: Análisis de modo de falla y efecto (AMFE) del sistema Limpia parabrisas.

Carrocería de un autobús interprovincial										
Sistema:		Limpia Parabrisas		Elaborado por:		Juan Tirado		Fecha:		27/04/2017
Sección:		NA		Revisado por:		Ing. Gustavo Patín		Fecha:		01/05/2017
Código	Componente	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa	Efecto	Valoración				Recomendaciones
						F	G	D	NPR	
C-LP-01	Bomba limpiaparabrisas	No presuriza el líquido limpiador	Fuga de liquido	Conexiones flojas	Desperdicio de líquido limpiador	1	3	6	18	Revisar las conexiones y reajustar

			Avería en la bomba	Uso de líquidos inadecuados	Contaminación con sustancias extrañas	1	4	7	28	Limpiar los conductos y el deposito
				Nivel bajo del liquido	La bomba puede quemarse	1	7	3	21	Verificar periódicamente el nivel del liquido
C-LP-02	Boquilla de pulverizador	Reducida o nula pulverización del liquido	Taponamiento de los conductos de la boquilla	Suciedad en el líquido limpiador	Líquido limpiador no llega al parabrisas	3	7	3	63	Limpiar los orificios del pulverizador
C-LP-03	Brazos de para plumas	Movimiento inapropiado o nulo de las plumas	Rotura en el brazo	Expuesto a golpes externos	No acciona las plumas	1	6	3	18	Reemplazar el brazo del limpiaparabrisas
			Desajuste	Vibraciones o movimiento continuo repetitivo	Desalineamiento de los brazos	1	5	4	20	Reajustar el brazo del limpiaparabrisas
C-LP-04	Cañerías	Conducción escasa o nula del liquido	Rotura	Deterioro de las cañerías	Perdida de liquido	1	6	6	36	Cambiar las cañerías
			Fisuración	Deterioro de las cañerías	Perdida de liquido	1	5	7	35	Cambiar las cañerías

			Taponamiento parcial o total	Suciedad en el líquido limpiador	Paso escaso o nulo del liquido	1	4	8	32	Limpiar o sustituir las cañerías
C-LP-05	Depósito de liquido	Almacenaje del líquido deficiente	Fisuración	Golpe brusco en su estructura	Reducción rápida del nivel del liquido	1	7	5	35	Cambiar el deposito de liquido
C-LP-06	Mecanismo para plumas	Transmisión de movimiento escasa o nula	Aflojamiento en uniones del mecanismo	Vibraciones o movimiento continuo repetitivo	Movimiento defectuoso de las plumas	2	6	5	60	Reajustar las uniones del mecanismo
			Rotura	Golpe brusco en su estructura	Movimiento nulo de los brazos	1	7	5	35	Desmontar la estructura y sustituir el mecanismo
C-LP-07	Motor de plumas	Generación de movimiento nula o deficiente	Motor quemado	Corto en el interior del motor	Revoluciones nulas	1	8	5	40	Reparar o cambiar el motor
			Mandos dañados	Desconexiones en los mandos	El motor no se mueve	1	8	8	64	Revisar las conexiones de los mandos o cambiar el mismo



C-LP-08	Plumas	Insuficiencia en la limpieza del parabrisas	Desgaste	Termino de vida útil	de	Parabrisas sucio	5	7	2	70	Cambio de pumas
PROMEDIO DE NPR										38,3	

Fuente: Autor

Tabla 26: Análisis de modo de falla y efecto (AMFE) del sistema Neumático.

Análisis de modo de falla y efecto (AMFE)										
Carrocería de un autobús interprovincial										
Sistema:		Neumático		Elaborado por:		Juan Tirado		Fecha:		27/04/2017
Sección:		NA		Revisado por:		Ing. Gustavo Patín		Fecha:		01/05/2017
Código	Componente	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa	Efecto	Valoración				Recomendaciones
						F	G	D	NPR	
C-NE-01	Cañería	Transporte deficiente o nulo de aire	Rotura	Golpe brusco en las cañerías	Abastecimiento nulo de flujo de aire al sistema	1	10	6	60	Inspeccionar y cambiar la cañería rota

			Fuga	Desajuste en las uniones	Abastecimiento deficiente flujo de aire al sistema	5	6	7	210	Reajustar, aislar o cambiar la cañería
				Fisuras por desgaste	Abastecimiento deficiente flujo de aire al sistema	2	6	8	96	Aislar o cambiar los acoples
C-NE-02	Cilindro doble efecto	Excesivo, deficiente o nulo movimiento	Fuga de aire	Empaques del pistón deteriorada	Disminución de la presión de flujo	2	7	6	84	Sustituir los empaques del pistón
				Desajuste en las tapas	Trasporte defectuoso del vástago o no completa su carrera	2	6	6	72	Reajustar las tapas del pistón
			Agarrotamiento	Suciedad o falta de lubricación	Vástago no se desplaza	3	9	7	189	Limpiar y lubricar periódicamente
			Funcionamiento imperfecto	Presión insuficiente	Escasa fuerza de accionamiento	3	6	5	90	Verificar el restablecer el valor predeterminado

C-NE-03	Cilindros simple efecto con resorte	Excesivo, deficiente o nulo movimiento	Fuga de aire	Empaques del pistón deteriorada	Disminución de la presión de flujo	2	7	6	84	Sustituir los empaques del pistón
				Desajuste en las tapas	Trasporte defectuoso del vástago o no completa su carrera	2	6	6	72	Reajustar las tapas del pistón
			Agarrotamiento	Suciedad o falta de lubricación	Vástago no se desliza	3	9	6	162	Limpiar y lubricar periódicamente
			Rotura en el resorte	Termino de vida útil	Vástago no su recorrido	1	9	9	81	Cambiar el resorte
			Funcionamiento imperfecto	Presión insuficiente	Escasa fuerza de accionamiento	3	6	5	90	Verificar el restablecer el valor predeterminado
C-NE-04	Tanque de aire	Presión de aire insuficiente	Fuga de aire	Desajuste de las uniones	Abastecimiento de aire deficiente al sistema	1	8	5	40	Revisar, aislar o cambiar las uniones

			Obstrucción	Suciedad en el tanque	Abastecimiento de aire deficiente y contaminación del sistema	1	7	8	56	Realizar una limpieza del sistema
C-NE-05	Válvulas de accionamiento	Funcionamiento imperfecto	Fuga por los acoples	Averías en los acoples	Deficiencia en el abastecimiento de aire	2	7	8	112	Reemplazar los acoples
			Rotura	Golpes o vibraciones peligrosas	Accionamiento nulo del sistema	1	8	9	72	Sustituir la válvula
			Sobrepresión	Daño en la válvula reguladora de presión	Paso excesivo de flujo de aire	2	7	6	84	Cambiar la válvula reguladora
PROMEDIO DE NPR									97,3	

Fuente: Autor

Tabla 27: Análisis de modo de falla y efecto (AMFE) de la sección Cabina del Conductor.

Análisis de modo de falla y efecto (AMFE)										
Carrocería de un autobús interprovincial										
Sistema:		NA		Elaborado por:		Juan Tirado		Fecha:		27/04/2017
Sección:		Cabina Conductor		Revisado por:		Ing. Gustavo Patín		Fecha:		01/05/2017
Código	Componente	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa	Efecto	Valoración				Recomendaciones
						F	G	D	NPR	
C-CC-01	Asiento acompañante	Alojamiento inseguro e incómodo del acompañante	Ruidos en los anclajes	Vibraciones del autobús	Desajuste de los anclajes	1	8	4	32	Reajuste de los pernos de sujeción
			Ruidos en la estructura del asiento	Vibraciones del autobús	Desajuste de elementos de la estructura	2	2	6	24	Reajuste de elementos móviles de la estructura
			Atascamiento del mecanismo de reclinación	Golpe brusco en el mecanismo	Variaciones de reclinación nulas	1	5	5	25	Desmontar la base del asiento y restaurar el mecanismo

			Endurecimiento del apoya brazos	Carencia de lubricante en eje	Movimiento forzado o nulo del apoya brazo	2	2	4	16	Lubricar el apoyabrazos periódicamente
			Decoloración en la tapicería	Contaminación con agentes externos	Deterioro paulatino de la tapicería	7	2	1	14	Desmontar la tapicería y lavarla
C-CC-02	Asiento conductor	Alojamiento inseguro e incómodo del conductor	Ruidos en los anclajes	Vibraciones del autobús	Desajuste de los anclajes	1	8	4	32	Escuchar algún tipo de ruido anormal en el asiento
			Ruidos en la estructura del asiento	Vibraciones del autobús	Desajuste de elementos de la estructura	2	2	6	24	Reajustar los elementos móviles de la estructura
			Atascamiento del mecanismo de reclinación del respaldo	Golpe brusco en el mecanismo	Variaciones de reclinación del espaldar nulas	2	6	5	60	Desmontar la base del asiento y restaurar el mecanismo
			Endurecimiento de guías de desplazamiento horizontal	Obstrucción con agentes externos	Modificación de posición horizontal nula	2	7	5	70	Verificar elementos que estén provocando obstrucción y lubricar las guías

			Atascamiento del mecanismo de desplazamiento vertical	Golpe brusco en el mecanismo	Variaciones de desplazamiento vertical nulas	2	7	3	42	Retirar la protección del mecanismo y restaurarlo
			Decoloración en la tapicería	Contaminación con agentes externos	Deterioro paulatino de la tapicería	8	2	1	16	Desmontar la tapicería y lavarla
C-CC-05	Cajuelas interiores	No retiene los objetos en su interior	Aflojamiento de la chapa de la puerta de la cajuela	Mala utilización al momento de su apertura	La puerta de la cajuela se abre con vibraciones del bus	2	6	2	24	Cambiar la chapa de la puerta de la cajuela interna
C-CC-06	Cinturón de seguridad tres puntos	No retiene a los ocupantes en su posición normal	Fallo en el mecanismo de retracción	Suciedad dentro del mecanismo	El cinturón flojo en caso de un accidente	1	9	4	36	Revisar el mecanismo y limpiarlo de cualquier objeto que obstruya su funcionamiento
			Fallo en el material del cinturón	Rasgaduras en el tejido del cinturón	Cinturón puede romperse y no soportar en caso de accidente	1	8	2	16	Cambiar el cinturón de seguridad

			Enganche falso del cinturón	Objetos pequeños dentro del mecanismo de enganche	El cinturón se desenclava en caso de una colisión	1	10	6	60	Asegurarse el correcto enganche del cinturón, limpiar el mecanismo de enganche
C-CC-07	Control de climatización	No controla la temperatura interior del salón de pasajeros	Desconexión del en cables del sistema eléctrico	Vibraciones del autobús	Deficiencia en control de la climatización	1	6	7	42	Revisar las conexiones del panel de control de climatización
C-CC-08	Escaleras metálicas	Gradas inseguras para el acceso y descenso	Desgaste de las barrederas	Deterioro por el uso	Los usuarios resbalan en descenso de la unidad	2	8	2	32	Cambiar las barrederas
C-CC-09	Espejo retrovisor convexo	Visualización posterior es deficiente	Aflojamiento del mecanismo de regulación	Excesivos movimientos	Direccionamiento del espejo deficiente	2	5	3	30	Reajustar el mecanismo del espejo retrovisor
C-CC-11	Luces led de cabina	Iluminación deficiente o nula de la cabina	Focos quemados	Termino de vida útil	Visualización deficiente dentro de la cabina en la noche	2	5	3	30	Desmotar la protección y reemplazar el foco



C-CC-12	Luces de escaleras	Iluminación deficiente o nula de las escaleras	Focos quemados	Termino de vida útil	Visualización de los peldaños deficiente durante la noche	3	6	3	54	Desmotar la protección y reemplazar el foco
C-CC-13	Monitor cámara de pasajeros	No se visualiza las imágenes en la pantalla	Desconexión en los puertos	Vibraciones del autobús	El conductor no visualiza lo que ocurre en el salón	1	5	7	35	Revisar las conexiones de los puertos
C-CC-15	Panel de control del tablero	No controla los sistemas de autobús	Desconexiones de los mandos	Vibraciones del autobús	Control deficiente de los sistemas de la unidad	1	7	7	49	Revisar las conexiones del panel de control
C-CC-16	Parlantes 300W	No transmite las señales sonoras	Desconexiones de cables	Vibraciones del autobús	Deficiencia en la transmisión de sonido	1	4	7	28	Revisar las conexiones de los parlantes
C-CC-17	Pasamanos	Acenso y descenso inseguro de los usuarios	Aflojamiento de bases y soportes del pasamanos	Halar el pasamanos con excesiva fuerza	Aflojamiento de los tornillos de sujeción	2	7	3	42	Reajustar los tornillos de sujeción de las bases del pasamanos
C-CC-18	Puerta de separación	Imperfección en la apertura y cierre de puerta	Aflojamiento de bisagras	Vibraciones o movimiento continuo repetitivo	Desalineamiento de la puerta	2	5	3	30	Reajustar o cambiar las bisagras

C-CC-20	Retrovisor interno	Visualización posterior es deficiente	Aflojamiento del mecanismo de regulación	Excesivos movimientos	Direccionamiento del espejo deficiente	1	4	3	12	Reajustar el mecanismo del espejo retrovisor
PROMEDIO DE NPR									33,7	

Fuente: Autor

Tabla 28: Análisis de modo de falla y efecto (AMFE) de la sección Frontal externa.

Análisis de modo de falla y efecto (AMFE)										
Carrocería de un autobús interprovincial										
Sistema:		NA		Elaborado por:		Juan Tirado		Fecha:		27/04/2017
Sección:		Frontal Externo		Revisado por:		Ing. Gustavo Patín		Fecha:		01/05/2017
Código	Componente	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa	Efecto	Valoración				Recomendaciones
						F	G	D	NPR	
C-FR-01	Alarma	No alerta al usuario de movimiento o	Suministro de energía deficiente	Batería descargada	No activa la alarma	1	6	4	24	Recargar o cambiar batería

		golpes en la unidad cuando está encendida	Desconexiones de los cables	Deterioro de las uniones o movimientos brusco	No activa la alarma	1	6	5	30	Revisar las conexiones de la batería y bocina principalmente
C-FR-04	Escotilla frontal de ventilación	Apertura y cierre defectuoso de la escotilla para entrada de aire al motor	Aflojamiento del picaporte de la escotilla	Vibraciones del autobús	Escotilla insegura	1	7	4	28	Reajustar el picaporte en caso de ser necesario cambiarla
			Desalineamiento de la escotilla	Golpe en el mecanismo	Limitada entrada de aire	2	8	3	48	Reestablecer el mecanismo alineándolo
			Agarrotamiento del mecanismo de escotilla	Suciedad en los ejes del mecanismo	Apertura forzada de la escotilla	2	6	2	24	Realizar un limpieza y lubricación del mecanismo
C-FR-05	Espejos retrovisores	Angulo de visión posterior de la unidad deficiente	Desalineamiento del retrovisor	Golpe o movimiento del mecanismo de regulación	Visualización posterior del autobús escasa o nula	2	7	2	28	Con ayuda de otra persona alinear el espejo retrovisor
			Trizadura del espejo	Golpe directo o indirecto	Visualización posterior deficiente	2	7	1	14	Cambiar el espejo del retrovisor

C-FR-06	Faros delanteros	Iluminación frontal escasa o nula	Rotura	Golpe directo o indirecto	Visualización deficiente o nula en la oscuridad	4	8	2	64	Cambiar el faro delantero
			Focos quemados	Límite de tiempo de vida útil	Iluminación nula	4	8	4	128	Cambiar el foco quemado
				Agua ingresando al faro	Faros empañados	4	5	2	40	Sellar la fisura o cambiar de faro
			Intermitencia rápida de luces direccionales	Filamentos del foco fundidos	Foco podría quemarse inesperadamente	1	8	5	40	Sustituir el foco del direccional averiado
			Intermitencia nula de luces direccionales	Relay dañado	Foco podría quemarse inesperadamente	1	5	5	25	Sustituir o reparar el relay
C-FR-07	Faros neblineros	Iluminación en condiciones adversas escasa o nula	Rotura	Golpe directo o indirecto	Visualización deficiente o nula en la oscuridad	4	8	2	64	Cambiar el faro delantero
			Focos quemados	Límite de tiempo de vida útil	Iluminación nula	2	8	5	80	Cambiar el foco quemado

				Agua ingresando al faro	Faros empañados	2	5	2	20	Sellar la fisura o cambiar de faro
C-FR-08	Rutero electrónico	Mensajes cortados o no se muestran	Saturación de memoria	Límite de capacidad de almacenamiento	Desinformación del usuario externo	2	6	3	36	Barrar mensajes que no se utilizan
			Leds quemados	Término de vida útil	El usuario no distingue la información	1	5	3	15	Cambiar la matriz de leds quemados
C-FR-10	Parabrisas	Ingreso de elementos externos	Trizadura del parabrisas	Golpe externo o interno	Visualización restringida	3	8	2	48	Cambiar el parabrisas
			Rotura de cauchos que rodean al parabrisas	Golpe brusco	Ingreso de partículas como polvo, agua, etc.	2	4	5	40	Reemplace los cauchos del parabrisas
C-FR-11	Parachoques delantero	Pérdida de características de diseño	Desalineamiento del parachoques	Parachoques expuesto a golpes externos	Rozamiento en elevaciones del camino	3	6	4	72	Restablecer las fijaciones del parachoques
			Rotura en parte del parachoques	Parachoques expuesto a golpes externos	Rozamiento en elevaciones del camino	3	6	2	36	Restaurar el parachoques

			Desprendimiento de partículas de pintura	Exposición a condiciones adversas o golpes	Aspecto deteriorado de la unidad	3	4	2	24	Realizar una restauración, y realizar el proceso de pintado
C-FR-12	Pito Reto 24V	Escaso o nulo aviso de alerta de peligro	Reducido volumen de la bocina	Insuficiente voltaje	Alerta de peligro imperceptible	1	6	5	30	Realizar un chequeo del suministro voltaje
			Bocina no se acciona	Desconexión de cables	No alerta del peligro cuando es accionada	1	6	6	36	Revisar las conexiones
			Bocina no se apaga	Enclavamiento del accionamiento de la bocina	Molestia en usuarios internos y externos	1	6	6	36	Desconectar el cable que va hacia el botón de la bocina desde el relé
				Relé dañado	Molestia en usuarios internos y externos	1	6	6	36	Desconectar el cable que va hacia el botón de la bocina desde el relé
PROMEDIO DE NPR									41	

Fuente: Autor

Tabla 29: Análisis de modo de falla y efecto (AMFE) de la sección Laterales externos.

Análisis de modo de falla y efecto (AMFE)										
Carrocería de un autobús interprovincial										
Sistema:		NA		Elaborado por:		Juan Tirado		Fecha:		27/04/2017
Sección:		Laterales externos		Revisado por:		Ing. Gustavo Patín		Fecha:		01/05/2017
Código	Componente	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa	Efecto	Valoración				Recomendaciones
						F	G	D	NPR	
C-LA-12	Puerta del conductor	Deficiencia en de aspectos seguridad, confort y hermeticidad	Filtraciones	Rotura de los bordes de la puerta o ventana	Ingreso de agua al interior a la cabina	2	5	3	30	Sellar o cambiar los cauchos
			Atascamiento de la ventana	Suciedad en los rieles	Apertura forzada de la ventana	2	4	3	24	Limpiar los rieles de la ventana periódicamente
C-LA-04	Chapa con llave puerta conductor	Cierre inseguro de la puerta	Aflojamiento	Movimiento continuo repetitivo	Cierre defectuoso	1	8	3	24	Reajustar o cambiar la chapa

			Agarrotamiento	Daño en el mecanismo interno	Apertura nula	1	7	6	42	Arreglar o cambiar la chapa
C-LA-02	Bisagras para puerta conductor	Imperfección en la apertura y cierre de puerta del conductor	Aflojamiento	Vibraciones o movimiento continuo repetitivo	Desalineamiento de la puerta	1	5	3	15	Reajustar o cambiar las bisagras
			Agarrotamiento	Escaso liquido lubricante	Sonidos extraños	1	3	6	18	Lubricar periódicamente
C-LA-13	Puerta de acceso de pasajeros	Funcionamiento imperfecto	Atascamiento del mecanismo de apertura	Objetos extraños en el mecanismo	Detención súbita de la puerta	2	7	5	70	Inspeccionar que no existan objetos extraños que impidan el funcionamiento del mecanismo
			Agarrotamiento	Lubricación escasa en el mecanismo	Apertura forzada de la puerta, sonidos extraños	1	7	6	42	Lubricar periódicamente el mecanismo
			Aflojamiento	Desgaste o desajuste en partes del	Desalineamiento de la puerta	4	6	5	120	Reajustar o cambiar las elementos del mecanismo



				mecanismo de apertura						
			Rotura de cauchos que rodean la puerta	Desgaste de los cachos	Filtraciones de agua al interior de la unidad	2	5	2	20	Cambiar los cauchos que no estén en buen estado
C-LA-10	Portaequipajes	Transporte inseguro del equipaje de los pasajeros	Entrada de suciedad en el portaequipaje	Limpieza escasa del portaequipaje	Al entrar en contacto ensucia el equipaje de los usuarios	1	5	2	10	Limpiar periódicamente el portaequipaje
			Deformación del piso del portaequipaje	Alojamiento de equipajes excesivamente pesados	Hundimiento en el piso del portaequipaje	2	4	2	16	Restablecer el piso del portaequipaje o cambiar.
C-LA-01	Bisagras para compuertas	Imperfección en la apertura y cierre de compuertas pequeñas	Aflojamiento de bisagras	Vibraciones o movimiento continuo repetitivo	Desalineamiento de la puerta	1	4	6	24	Reajustar o cambiar las bisagras
			Agarrotamiento	Escaso liquido lubricante	Sonidos extraños	2	3	6	36	Lubricar periódicamente

C-LA-03	Chapa con llave compuertas pequeñas	Cierre inseguro de las compuertas	Aflojamiento	Movimiento continuo repetitivo	Cierre defectuoso	1	7	3	21	Reajustar o cambiar las chapas
			Agarrotamiento	Daño en el mecanismo interno	Apertura nula	1	5	6	30	Arreglar o cambiar la chapa
C-LA-05	Chapas de compuertas	Cierre inseguro de las compuertas de portaequipajes	Aflojamiento	Movimiento continuo repetitivo	Cierre defectuoso	4	7	3	84	Reajustar o cambiar las chapas
			Agarrotamiento	Daño en el mecanismo interno	Apertura nula	2	7	3	42	Arreglar o cambiar la chapa
C-LA-07	Amortiguadores de gas de compuertas	Apertura y cierre defectuoso o nulo	Agarrotamiento	Escasa lubricación	La compuerta no cierra	2	8	2	32	Lubricación periódica del vástago
			Fugas del gas	Golpes en el vástago	Sobre esfuerzo para abrir la compuerta	4	4	7	112	Cambio de amortiguador
				Suciedad en el vástago	Sobre esfuerzo para abrir la compuerta	5	2	2	20	Limpieza y lubricación periódica del vástago

C-LA-14	Puerta tipo pantográfica compuertas	Apertura y cierre imperfecto	Desalineamiento del mecanismo	Golpe en el mecanismo	Apertura y cierre defectuoso	2	7	3	42	Restablecer el mecanismo
			Aflojamiento de uniones	Vibraciones o movimiento continuo repetitivo	Apertura y cierre defectuoso	4	5	4	80	Reajustar los elementos flojos
C-LA-11	Protector de equipajes	Imperfecciones en la apertura y cierre	Atascamiento de la traba de apertura	Escasa lubricación	Apertura del protector nula	2	6	2	24	Lubricar periódicamente
			Aflojamiento del protector	Vibraciones o movimiento continuo repetitivo	Apertura repentina del protector	2	6	3	36	Reajustar los elementos flojos
C-LA-08	Luces de portaequipajes	Iluminación nula del portaequipaje	Focos quemados	Límite de tiempo de vida útil	Iluminación lateral nula	3	2	2	12	Cambiar el foco quemado
C-LA-06	Faros post ámbar laterales		Rotura	Golpe directo o indirecto	Delimitación lateral deficiente	3	4	2	24	Cambiar el faro

		Iluminación lateral deficiente	Focos quemados	Límite de tiempo de vida útil	Iluminación lateral nula	4	6	3	72	Cambiar el foco quemado
				Agua ingresando al faro	Faros empañados	2	6	2	24	Sellar la fisura o cambiar de faro
C-LA-09	Ventanas	Deficiencia en aspectos de hermeticidad, seguridad y confort	Trizaduras del vidrio	Exposición a golpes externos	Rotura total del vidrio	2	9	3	54	Realizar una inspección, y cambiar los vidrios fisurados
			Suciedad en los vidrios	Limpieza escasa de los vidrios	Visibilidad defectuosa a través del vidrio	6	3	2	36	Realizar una limpieza periódica de los vidrios
			Filtraciones	Rotura de caucho de los bordes de la ventana	Ingreso de agua al interior de la unidad	3	5	3	45	Sellar o cambiar los cauchos
			Rotura de cerradura de ventana	Golpe en la cerradura	Cierre defectuoso de la ventana	3	4	2	24	Cambiar la cerradura
<b>PROMEDIO DE NPR</b>									<b>39,5</b>	

Fuente: Autor

Tabla 30: Análisis de modo de falla y efecto (AMFE) de la sección Posterior externo.

Análisis de modo de falla y efecto (AMFE)										
Carrocería de un autobús interprovincial										
Sistema:		NA		Elaborado por:		Juan Tirado		Fecha:		27/04/2017
Sección:		Posterior externo		Revisado por:		Ing. Gustavo Patín		Fecha:		01/05/2017
Código	Componente	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa	Efecto	Valoración				Recomendaciones
						F	G	D	NPR	
C-PO-01	Amortiguadores de compuerta posterior	Apertura y cierre defectuoso o nulo	Agarrotamiento	Escasa lubricación	La compuerta no cierra	2	8	2	32	Lubricación periódica del vástago
			Fugas del gas	Golpes en el vástago	Sobre esfuerzo para abrir la compuerta	4	4	7	112	Cambio de amortiguador
				Suciedad en el vástago	Sobre esfuerzo para abrir la compuerta	5	2	2	20	Limpieza y lubricación periódica del vástago

C-PO-02	Bisagra bodega posterior	Imperfección en la apertura y cierre de compuerta posterior	Aflojamiento	Vibraciones o movimiento continuo repetitivo	Desalineamiento de la puerta	3	5	4	60	Reajustar o cambiar las bisagras
			Agarrotamiento	Escaso liquido lubricante	Sonidos extraños	3	3	3	27	Lubricar periódicamente
C-PO-03	Chapa de compuerta posterior	Cierre inseguro de las compuertas posterior	Aflojamiento	Movimiento continuo repetitivo	Cierre defectuoso	3	7	3	63	Reajustar o cambiar las chapas
			Agarrotamiento	Daño en el mecanismo interno	Apertura nula	1	7	6	42	Arreglar o cambiar la chapa
C-PO-04	Faros retroreflectivos	Refractación deficiente o nula	Rotura	Golpe brusco	Disminución de visualización posterior de la unidad	4	5	2	40	Cambiar el faro retroreflectivo
C-PO-05	Faros delimitadores posteriores	Delimitación deficiente o nula posterior	Rotura	Golpe brusco	Delimitación de la unidad escasa o nula	2	6	2	24	Cambiar el faro y el foco si es necesario
			Focos quemados	Termino de vida útil	Delimitación de la unidad nula	3	7	2	42	Sustituir el foco

C-PO-06	Faros posteriores	Iluminación posterior escasa o nula	Rotura	Golpe directo o indirecto	Visualización posterior deficiente o nula en la oscuridad	4	8	2	64	Cambiar el faro delantero
			Focos quemados	Limite de tiempo de vida útil	Iluminación nula	4	8	4	128	Cambiar el foco quemado
				Agua ingresando al faro	Faros empañados	4	5	2	40	Sellar la fisura o cambiar de faro
			Intermitencia rápida de luces direccionales	Filamentos del foco fundidos	Foco podría quemarse inesperadamente	1	8	5	40	Sustituir el foco del direccional averiado
			Intermitencia nula de luces direccionales	Relay dañado	Foco podría quemarse inesperadamente	1	5	5	25	Sustituir o reparar el relay
C-PO-07	Faros neblineros posteriores	Iluminación posterior en condiciones	Rotura	Golpe directo o indirecto	Visualización deficiente o nula en la oscuridad	4	8	2	64	Cambiar el faro delantero

		adversas escasa o nula	Focos quemados	Límite de tiempo de vida útil	Iluminación nula	2	8	5	80	Cambiar el foco quemado
				Agua ingresando al faro	Faros empañados	2	5	2	20	Sellar la fisura o cambiar de faro
C-PO-08	Parabrisas posterior	Ingreso de elementos externos	Trizadura del parabrisas	Golpe externo o interno	Inseguridad de los usuarios	3	5	2	30	Cambiar el parabrisas
			Rotura de cauchos que rodean al parabrisas	Golpe brusco	Ingreso de partículas como polvo, agua, etc.	2	4	5	40	Reemplace los cauchos del parabrisas
C-PO-09	Parachoques trasero	Perdida de características de diseño	Desalineamiento del parachoques	Parachoques expuesto a golpes externos	Rozamiento en elevaciones del camino	1	6	4	24	Restablecer las fijaciones del parachoques
			Rotura en parte del parachoques	Parachoques expuesto a golpes externos	Rozamiento en elevaciones del camino	3	6	2	36	Restaurar el parachoques



			Desprendimiento de partículas de pintura	Exposición a condiciones adversas golpes	Aspecto deteriorado de la unidad	3	4	2	24	Realizar una restauramiento, y realizar el proceso de pintado
C-PO-10	Señalética de seguridad	Prevención, orientación y guía deficiente	Desprendimiento de señalética	Exposición a condiciones adversas	Escasa información de seguridad posterior	5	5	1	25	Fijar o sustituir en su posición original
			Desgaste	Exposición a condiciones adversas	Deficiente información de seguridad posterior	5	5	1	25	Sustituir la señalética deteriorada
				PROMEDIO DE NPR					45,1	

Fuente: Autor

Tabla 31: Análisis de modo de falla y efecto (AMFE) de la sección Salón de pasajeros.

Análisis de modo de falla y efecto (AMFE)										
Carrocería de un autobús interprovincial										
Sistema:		NA		Elaborado por:		Juan Tirado		Fecha:		27/04/2017
Sección:		Salón de pasajeros		Revisado por:		Ing. Gustavo Patín		Fecha:		01/05/2017
Código	Componente	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa	Efecto	Valoración				Recomendaciones
						F	G	D	NPR	
C-SP-03	Cámara de vigilancia	Emisión de imágenes nula o distorsionada	Rotura en componentes internos	Golpe en la cámara	Transmisión de imágenes distorsionada o nula	1	4	7	28	Cambiar o repara la cámara de vigilancia
			Desconfiguración	Manipulación inadecuada del panel de mando	Transmisión de imágenes distorsionada o nula	1	4	7	28	Configurar la cámara según el manual de usuario
C-SP-04	Claraboya con ventilador y extractor	Ventilación escasa o nula	Motor del ventilador quemado	Término de vida útil	Inutilización del ventilador de la claraboya	1	6	4	24	Cambiar el motor del ventilador

			Agarrotamiento del mecanismo	Inutilización prolongada del sistema	Apertura escasa o nula	3	7	4	84	Operación con regularidad para que los mecanismos y lubricarlo
			Aflojamiento en el mecanismo	Vibraciones o movimientos continuos repetitivos	Sonidos extraños o se cierra de un solo lado	1	5	4	20	Reajusta el mecanismo
C-SP-06	Cinturón de seguridad dos puntos	No retiene a los ocupantes en su posición normal	Fallo en el mecanismo de retracción	Suciedad dentro del mecanismo	El cinturón flojo en caso de un accidente	1	9	4	36	Revisar el mecanismo y limpiarlo de cualquier objeto que obstruya su funcionamiento
			Fallo en el material del cinturón	Rasgaduras en el tejido del cinturón	Cinturón puede romperse y no soportar en caso de accidente	1	8	2	16	Cambiar el cinturón de seguridad
			Enganche falso del cinturón	Objetos pequeños dentro del mecanismo de enganche	El cinturón se desenclava en caso de una colisión	1	10	6	60	Asegurarse el correcto enganche del cinturón, limpiar el mecanismo de enganche

C-SP-07	Asientos de pasajeros	Alojamiento inseguro e incómodo del acompañante	Ruidos en los anclajes	Vibraciones del autobús	Desajuste de los anclajes	1	8	4	32	Reajuste de los pernos de sujeción
			Ruidos en la estructura del asiento	Vibraciones del autobús	Desajuste de elementos de la estructura	2	2	6	24	Reajuste de elementos móviles de la estructura
			Atascamiento del mecanismo de reclinación	Golpe brusco en el mecanismo	Variaciones de inclinación nulas	1	5	5	25	Desmontar la base del asiento y restaurar el mecanismo
			Endurecimiento del apoya pies	Suciedad en los ejes de movimiento	Movimiento nulo en el apoya pies	3	6	1	18	Limpieza periódica y lubricación de los ejes del apoya pies.
			Endurecimiento del apoya brazos	Carencia de lubricante en eje	Movimiento forzado o nulo del apoya brazo	2	2	4	16	Lubricar el apoyabrazos periódicamente
			Decoloración en la tapicería	Contaminación con agentes externos	Deterioro paulatino de la tapicería	7	2	1	14	Desmontar la tapicería y lavarla
C-SP-08	Cortinas	Defectuosa protección contra la	Rotura de las cortinas	Contacto con objetos filosos o desgaste	Protección escasa de	2	3	2	12	Cambiar las cortinas en mal estado

		iluminación externa		tiempo de vida útil	iluminación externa					
C-SP-09	Lámparas de salón	Defectuosa iluminación del salón de pasajeros	Focos quemados	Término de tiempo de vida útil	Iluminación del salón de pasajeros escasa	5	5	2	50	Cambiar los focos quemados
			Rotura en la protección del foco	Golpe brusco	Iluminación imperfecta	2	3	1	6	Cambiar la protección
			Suciedad en la protección del foco	Entrada de agentes extraños	Iluminación deficiente	6	3	1	18	Desmontar y realizar una limpieza periódica
C-SP-10	Porta individuales	Defectuoso o nula iluminación y ventilación individual	Focos quemados	Término de tiempo de vida útil	Iluminación del salón de pasajeros escasa	2	3	2	12	Cambiar los focos quemados
			Rotura en los difusores de aire	Utilización inadecuada	Salida de aire Deficiente o nula	4	2	2	16	Cambiar los difusores
			Funcionamiento imperfecto de las botoneras	Desconexión	Funcionamiento nulo del porta individuales	2	6	6	72	Revisar y realizar las conexiones respectivas

C-SP-11	Luces led	Iluminación de los estantes deficiente o nula	Focos quemados	Término de tiempo de vida útil	Iluminación del salón de pasajeros escasa	2	3	2	12	Cambiar los focos quemados
C-SP-12	Letrero led digital	Mensajes cortados o no se muestran	Leds quemados	Término de tiempo de vida útil	El usuario no distingue la información	1	5	3	15	Cambiar la matriz de leds quemados
C-SP-15	Pasamanos	Acenso y descenso inseguro de los usuarios	Aflojamiento de bases y soportes del pasamanos	Halar el pasamanos con excesiva fuerza	Aflojamiento de los tornillos de sujeción	2	7	3	42	Reajustar los tornillos de sujeción de las bases del pasamanos
C-SP-16	Rejilla de aire acondicionado	Entrada y retorno de aire deficiente	Suciedad en los filtros	Acumulación de residuos contaminantes	Climatización del ambiente deficiente	6	7	4	168	Limpiar los filtros de aire acondicionado
C-SP-17	Señalética interior	Deficiente desinformación interior	Desprendimiento de señalética	Adhesión insuficiente	Escasa información de seguridad posterior	5	5	1	25	Fijar o sustituir en su posición original

			Desgaste	Exposición a condiciones adversas	Deficiente información de seguridad posterior	5	5	1	25	Sustituir la señalética deteriorada
PROMEDIO DE NPR									33,3	

Fuente: Autor

Tabla 32: Análisis de modo de falla y efecto (AMFE) de la sección Cabina Sanitaria.

Análisis de modo de falla y efecto (AMFE)										
Carrocería de un autobús interprovincial										
Sistema:		NA		Elaborado por:		Juan Tirado		Fecha:		27/04/2017
Sección:		Cabina Sanitaria		Revisado por:		Ing. Gustavo Patín		Fecha:		01/05/2017
Código	Componente	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa	Efecto	Valoración				Recomendaciones
						F	G	D	NPR	
C-CS-01	Bomba eléctrica	Presión insuficiente o nula de agua	Bomba quemada	Tanque de abastecimiento de agua vacío	Inabastecimiento de agua	1	7	4	28	Siempre tener abastecido el tanque de agua

			Fugas de agua en las uniones	Movimientos bruscos de la unidad	Presión deficiente de agua	1	6	6	36	Inspeccionar periódicamente las instalaciones de agua
			Desconexiones eléctricas	Movimientos bruscos de la unidad	Bomba inactiva	1	7	6	42	Inspeccionar periódicamente las instalaciones de energía
C-CS-03	Cañería de abastecimiento de agua	Conducción escasa o nula del agua	Rotura	Deterioro de las cañerías	Perdida de liquido	1	6	6	36	Cambiar las cañerías
			Fisuración	Deterioro de las cañerías	Perdida de liquido	1	5	7	35	Cambiar las cañerías
			Taponamiento parcial o total	Partículas extrañas en el agua	Paso escaso o nulo del liquido	1	4	8	32	Limpiar o sustituir las cañerías
C-CS-04	Cañería de descarga	Conducción escasa o nula de las aguas residuales	Rotura	Deterioro de las cañerías	Perdida de liquido	1	6	6	36	Cambiar las cañerías
			Fisuración	Deterioro de las cañerías	Perdida de liquido	1	5	7	35	Cambiar las cañerías



			Taponamiento parcial o total	Partículas con excesivo tamaño	Paso escaso o nulo de las aguas residuales	1	4	8	32	Desobstruir las cañerías
C-CS-05	Chapa de puerta de cabina	Cierre inseguro o nulo	Aflojamiento	Movimiento continuo repetitivo	Cierre defectuoso	1	8	3	24	Reajustar o cambiar la chapa
			Agarrotamiento	Escasa lubricación	Apertura o cierre nula	1	7	6	42	Lubricar periódicamente
C-CS-08	Extractor de olores	Deficiente o nula extracción de olores de la cabina sanitaria	Excesiva suciedad en los ventiladores	Insuficiente limpieza de los ventiladores	Reducción de velocidad del ventilador	6	6	4	144	Limpiar periódicamente el ventilador
C-CS-09	Grifo de cierre automático	Abastecimiento deficiente de agua	Rotura de empaques	Termino de tiempo de vida útil	Fugas de agua por los empaques	1	3	2	6	Cambiar los empaques
C-CS-10	Inodoro	Direccionamiento del agua residuales hacia la cañería de evacuación deficiente	Rotura de empaques	Termino de tiempo de vida útil	Fugas de agua hacia el interior de la cabina sanitaria	1	8	3	24	Cambiar los empaques

C-CS-11	Lámpara de cabina sanitaria	Iluminación deficiente o nula de la cabina sanitaria	Focos quemados	Termino de vida útil	Visualización deficiente dentro de la cabina sanitaria	2	5	3	30	Desmotar la protección y reemplazar el foco
C-CS-12	Lavamanos	Direccionamiento de las aguas residuales hacia la cañería de evacuación deficiente	Rotura de empaques	Termino de vida útil	Fugas de agua hacia el interior de la cabina sanitaria	1	6	2	12	Cambiar los empaques
C-CS-13	Mecanismo de evacuación	Evacuación deficiente o nula de las aguas residuales	Funcionamiento imperfecto	Insipencia de presión de aire	Aguas residuales no evacuadas	1	8	3	24	Verificar periódicamente la presión neumática del sistema
C-CS-14	Mecanismo de limpieza	Evacuación deficiente o nula de las aguas residuales	Funcionamiento imperfecto	Insipencia de presión de aire	Aguas residuales no evacuadas	1	6	4	24	Verificar periódicamente la presión neumática del sistema
C-CS-16	Tanque de agua	Contusión de agua deficiente	Rotura de empaques	Desgaste o término de la vida útil	Fugas de liquido	1	8	4	32	Sustituir los empaques del tanque
C-CS-17	Tanque de aguas residuales	Contusión de agua residuales deficiente	Fugas de aguas residuales	Desconexiones de la cañería de evacuación	Derrames de aguas residuales	1	6	5	30	Revisar periódicamente las conexiones

					fuera del contenedor					
C-CS-18	Válvula neumática de descarga	Funcionamiento imperfecto	Fuga por los acoples	Averías en los acoples	Deficiencia en el abastecimiento de aire	1	7	6	42	Reemplazar los acoples
			Rotura	Golpes o vibraciones peligrosas	Accionamiento nulo del sistema	1	8	6	48	Sustituir la válvula
			Sobrepresión	Daño en la válvula reguladora de presión	Paso excesivo flujo de aire	1	7	6	42	Cambiar la válvula reguladora
PROMEDIO DE NPR									36,35	

Fuente: Autor

### 3.6 Análisis de criticidad de los elementos de la carrocería.

El análisis de criticidad se hará en base a la fórmula (2), donde los criterios de evaluación de la frecuencia de fallos los podemos encontrar en la tabla 5, para el cálculo de la consecuencia de fallos se realizará con la fórmula (3) y sus respectivas valoraciones para cada criterio se encuentran desde la tabla 6 hasta la tabla 9.

En las tablas 33 a la 42 y figuras 21 a la 30 se muestran el análisis de criticidad de los componentes de cada sistema y sección.

Tabla 33: Cálculo de criticidad del sistema de Aire Acondicionado.

MATRIZ CRITICIDAD									
CARROCERÍA AUTOBÚS INTERPROVINCIAL									
Sistema:					Sección:				ESTADO DE CRITICIDAD
Aire acondicionado					NA				
Código	Elementos	IO	FO	CM	SHA	FF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	
C-AA-01	Compresor	7	4	4	7	1	39	39	SC
C-AA-02	Condensador	7	4	4	4	1	36	36	SC
C-AA-03	Evaporador	7	4	4	4	1	36	36	SC
C-AA-04	Tuberías	3	1	1	4	2	8	16	NC
C-AA-05	Válvula de expansión	5	4	1	4	1	25	25	SC
<b>PROMEDIO DE CRITICIDAD</b>						1,2	28,8	30,4	
<b>NOMBRE</b>		<b>FECHA</b>			<b>FIRMA</b>				
<b>REALIZÓ:</b>	Juan Tirado	31 de mayo del 2017							
<b>VERIFICÓ:</b>	Ing. Mg. Gustavo Patín	5 de junio del 2017							
<b>VALIDÓ:</b>	Ing. Mg. Gustavo Patín	5 de junio del 2017							

Fuente: Autor

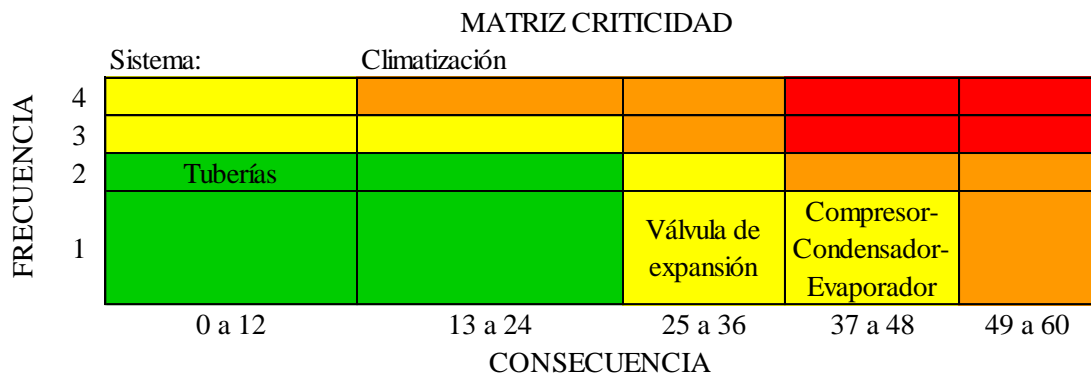


Figura 21: Matriz criticidad del sistema de aire acondicionado.

Fuente: Autor

Tabla 34: Cálculo de criticidad del sistema de Eléctrico.

MATRIZ CRITICIDAD										
CARRO CERÍA AUTOBÚS INTERPROVINCIAL										
Sistema:					Sección:					ESTADO DE CRITICIDAD
ELÉCTRICO					NA					
Código	Elementos	IO	FO	CM	SHA	FF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD		
C-EL-01	Amplificador de audio	1	4	4	1	1	9	9	NC	
C-EL-02	Batería	10	2	7	10	3	37	111	MC	
C-EL-03	Cableado	5	1	1	10	3	16	48	SC	
C-EL-04	Convertidor	3	4	4	1	1	17	17	NC	
C-EL-05	Bombillos internos y externos	7	1	1	6	3	14	42	SC	
C-EL-06	Fusibles	5	4	1	7	3	28	84	C	
C-EL-07	Interruptores	10	4	1	6	1	47	47	SC	
C-EL-08	Relés	7	4	1	1	1	30	30	SC	
C-EL-09	Sensores	5	1	4	3	1	12	12	NC	
C-EL-10	Transformador	1	4	4	1	1	9	9	NC	
PROMEDIO DE CRITICIDAD						1,8	21,9	40,9		
	NOMBRE	FECHA			FIRMA					
REALIZÓ:	Juan Tirado	31 de mayo del 2017								
VERIFICÓ:	Ing. Mg. Gustavo Patín	5 de junio del 2017								
VALIDÓ:	Ing. Mg. Gustavo Patín	5 de junio del 2017								

Fuente: Autor

MATRIZ CRITICIDAD

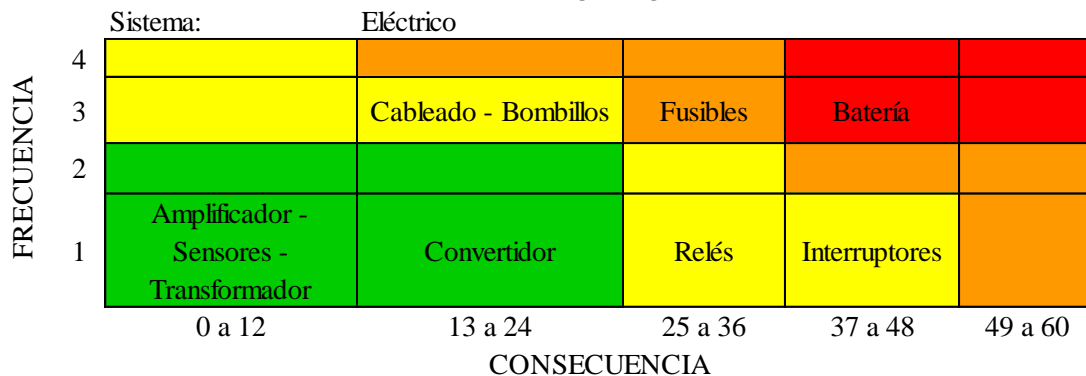


Figura 22: Matriz criticidad del sistema eléctrico.

Fuente: Autor.

Tabla 35: Cálculo de criticidad del sistema Limpia Parabrisas.

MATRIZ CRITICIDAD										
CARROCERÍA AUTOBÚS INTERPROVINCIAL										
Sistema:					Sección:					ESTADO DE CRITICIDAD
LIMPIA PARABRISAS					NA					
Código	Elementos	IO	FO	CM	SHA	FF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD		
C-LP-01	Bomba limpiaparabrisas	1	4	4	1	1	9	9	NC	
C-LP-02	Boquilla de pulverizador	5	4	1	1	2	22	44	NC	
C-LP-03	Brazos de para plumas	5	4	4	4	1	28	28	SC	
C-LP-04	Cañerías	5	2	1	1	2	12	24	NC	
C-LP-05	Depósito de líquido	5	4	1	4	2	25	50	SC	
C-LP-06	Mecanismo para plumas	7	2	4	4	1	22	22	NC	
C-LP-07	Motor de plumas	7	4	4	7	1	39	39	SC	
C-LP-08	Plumas	3	4	4	4	3	20	60	SC	
<b>PROMEDIO DE CRITICIDAD</b>						1,63	22,13	34,5		
<b>NOMBRE</b>		<b>FECHA</b>			<b>FIRMA</b>					
<b>REALIZÓ:</b>	Juan Tirado	31 de mayo del 2017								
<b>VERIFICÓ:</b>	Ing. Mg. Gustavo Patín	5 de junio del 2017								
<b>VALIDÓ:</b>	Ing. Mg. Gustavo Patín	5 de junio del 2017								

Fuente: Autor

#### MATRIZ CRITICIDAD

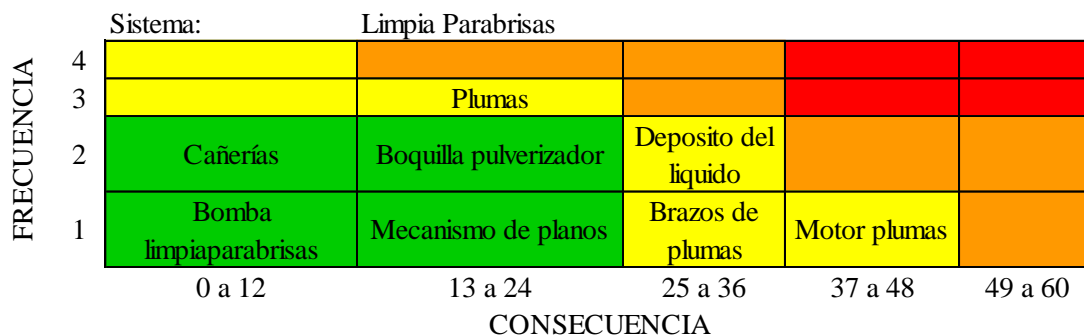


Figura 23: Matriz criticidad del subsistema limpiaparabrisas.

Fuente: Autor.

Tabla 36: Cálculo de criticidad del sistema Neumático.

MATRIZ CRITICIDAD										
CARROCERÍA AUTOBÚS INTERPROVINCIAL										
Sistema:					Sección:					ESTADO DE CRITICIDAD
NEUMÁTICO					NA					
Código	Elementos	IO	FO	CM	SHA	FF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD		
C-NE-01	Cañería	5	1	1	1	1	7	7	NC	
C-NE-02	Cilindro doble efecto	10	1	4	4	2	18	36	NC	
C-NE-03	Cilindros simple efecto con resorte	7	1	4	4	2	15	30	NC	
C-NE-04	Tanque de aire	7	4	7	4	1	39	39	SC	
C-NE-05	Válvulas de accionamiento	10	1	4	4	1	18	18	NC	
<b>PROMEDIO DE CRITICIDAD</b>						1,4	19,4	26		
<b>NOMBRE</b>		<b>FECHA</b>			<b>FIRMA</b>					
<b>REALIZÓ:</b>	Juan Tirado	31 de mayo del 2017								
<b>VERIFICÓ:</b>	Ing. Mg. Gustavo Patín	5 de junio del 2017								
<b>VALIDÓ:</b>	Ing. Mg. Gustavo Patín	5 de junio del 2017								

Fuente: Autor

MATRIZ CRITICIDAD

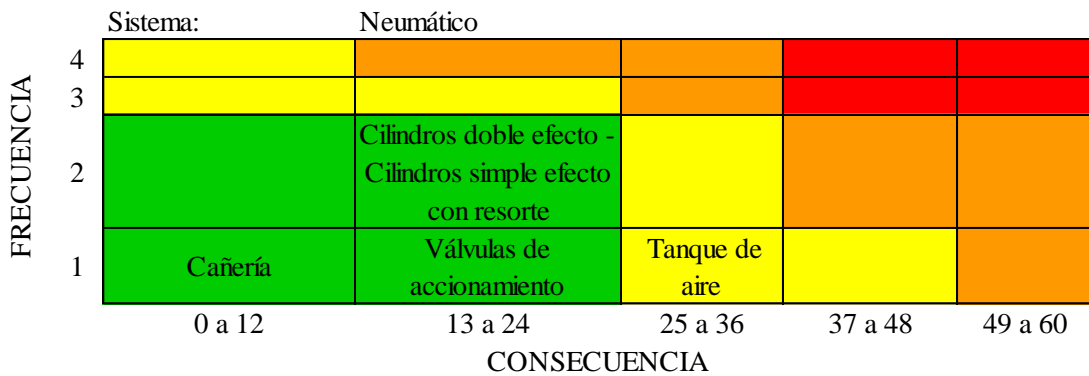


Figura 24: Matriz criticidad del sistema neumático

Fuente: Autor.

Tabla 37: Cálculo de criticidad de la sección Cabina del Conductor.

MATRIZ CRITICIDAD										
CARROCERÍA AUTOBÚS INTERPROVINCIAL										
Sistema:					Sección:					ESTADO DE CRITICIDAD
NA					Cabina del conductor					
Código	Elementos	IO	FO	CM	SHA	FF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD		
C-CC-01	Asiento acompañante	3	1	4	7	1	14	14	NC	
C-CC-02	Asiento conductor	5	1	4	4	1	13	13	NC	
C-CC-05	Cajuelas interiores	1	2	1	1	1	4	4	NC	
C-CC-06	Cinturón de seguridad tres puntos	1	2	1	10	3	13	39	SC	
C-CC-07	Control de climatización	10	4	4	4	1	48	48	SC	
C-CC-08	Escaleras metálicas	1	2	1	7	1	10	10	NC	
C-CC-09	Espejo retrovisor convexo	1	1	1	1	1	3	3	NC	
C-CC-11	Luces led de cabina	3	1	1	1	1	5	5	NC	
C-CC-12	Luces de escaleras	3	1	1	4	1	8	8	NC	
C-CC-13	Monitor cámara de pasajeros	1	4	4	1	1	9	9	NC	
C-CC-15	Panel de control del tablero	10	4	7	10	2	57	114	C	
C-CC-16	Parlantes 300W	1	2	4	1	1	7	7	NC	
C-CC-17	Pasamanos	1	1	1	4	1	6	6	NC	
C-CC-18	Puerta de separación	5	1	4	1	1	10	10	NC	
C-CC-20	Retrovisor interno	1	1	1	1	1	3	3	NC	
<b>PROMEDIO DE CRITICIDAD</b>						1,2	14	19,53		
<b>REALIZÓ:</b>		<b>NOMBRE</b>			<b>FECHA</b>		<b>FIRMA</b>			
		Juan Tirado			31 de mayo del 2017					
<b>VERIFICÓ:</b>		Ing. Mg. Gustavo Patín			5 de junio del 2017					
<b>VALIDÓ:</b>		Ing. Mg. Gustavo Patín			5 de junio del 2017					

Fuente: Autor

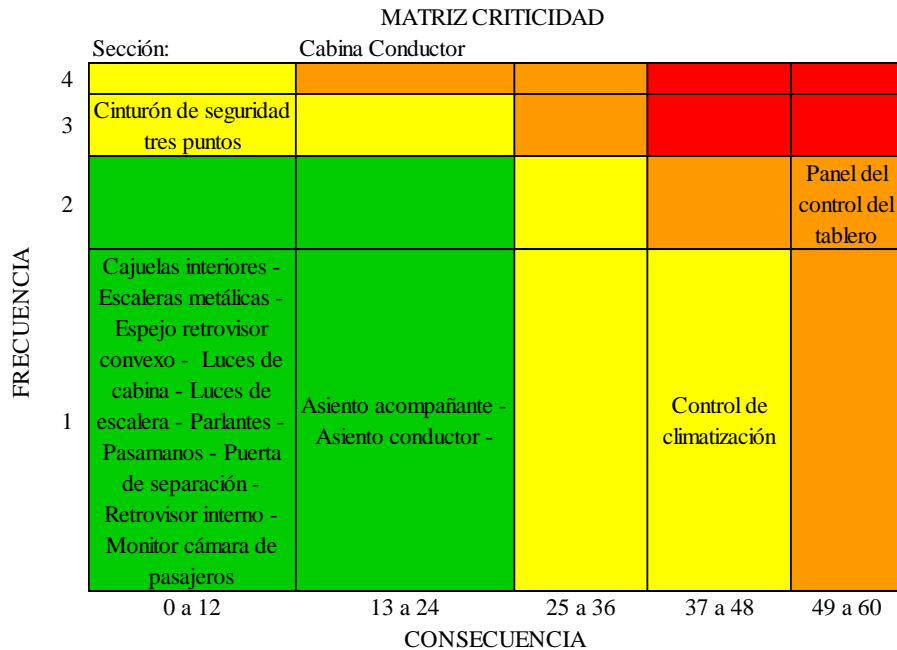


Figura 25: Matriz criticidad de la sección cabina del conductor.

Fuente: Autor.



Tabla 38: Cálculo de criticidad de la sección Frontal Externa.

MATRIZ CRITICIDAD									
CARROCEÍA AUTOBÚS INTERPROVINCIAL									
Sistema:					Sección:				ESTADO DE CRITICIDAD
NA					FRONTAL EXTERNO				
Código	Elementos	IO	FO	CM	SHA	FF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	
C-FR-01	Alarma	1	4	1	1	1	6	6	NC
C-FR-04	Escotilla frontal de ventilación	3	1	1	2	1	6	6	NC
C-FR-05	Espejos retrovisores	10	1	1	7	2	18	36	NC
C-FR-06	Faros delanteros	10	1	7	10	3	27	81	C
C-FR-07	Faros neblineros	5	4	4	7	2	31	62	SC
C-FR-08	Rutero electrónico	7	4	4	1	2	33	66	SC
C-FR-10	Parabrisas	7	4	7	7	1	42	42	SC
C-FR-11	Parachoques delantero	3	1	7	7	1	17	17	NC
C-FR-12	Pito Reto 24V	1	2	1	4	1	7	7	NC
<b>PROMEDIO DE CRITICIDAD</b>						1,56	20,78	35,89	
<b>NOMBRE</b>		<b>FECHA</b>				<b>FIRMA</b>			
<b>REALIZÓ:</b>	Juan Tirado	31 de mayo del 2017							
<b>VERIFICÓ:</b>	Ing. Mg. Gustavo Patín	5 de junio del 2017							
<b>VALIDÓ:</b>	Ing. Mg. Gustavo Patín	5 de junio del 2017							

Fuente: Autor

MATRIZ CRITICIDAD

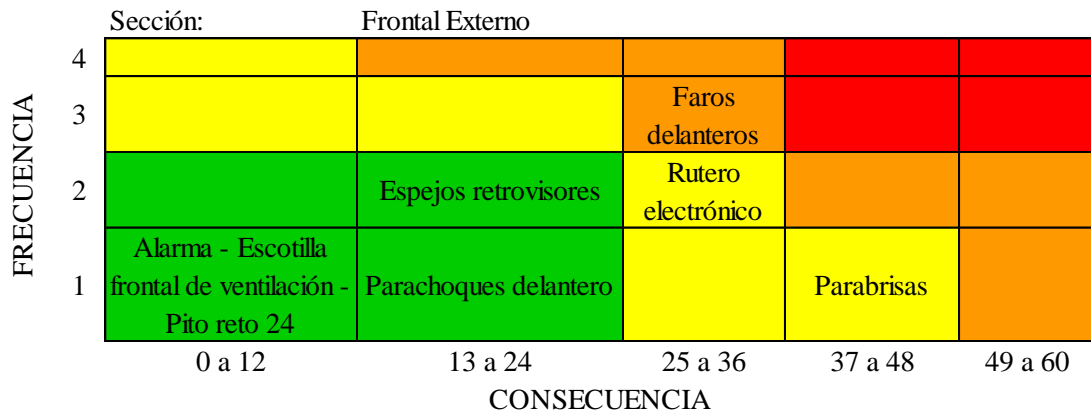


Figura 26: Matriz criticidad de la sección frontal externa.

Fuente: Autor.

Tabla 39: Cálculo de criticidad de la sección Laterales Externos.

MATRIZ CRITICIDAD										
CARROCERÍA AUTOBÚS INTERPROVINCIAL										
Sistema:					Sección:					ESTADO DE CRITICIDAD
NA					LATERALES EXTERNOS					
Código	Elementos	IO	FO	CM	SHA	FF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD		
C-LA-01	Bisagras para compuertas	3	1	4	1	1	8	8	NC	
C-LA-02	Bisagras para puerta conductor	1	1	1	1	1	3	3	NC	
C-LA-03	Chapa con llave compuertas pequeñas	5	1	1	4	2	10	20	NC	
C-LA-04	Chapa con llave puerta conductor	7	1	4	7	1	18	18	NC	
C-LA-05	Chapas de compuerta	7	1	4	4	2	15	30	NC	
C-LA-06	Faros post ámbar laterales	1	1	4	4	2	9	18	NC	
C-LA-07	Amortiguadores de gas de compuertas	7	2	4	4	1	22	22	NC	
C-LA-08	Luces de portaequipajes	1	2	1	1	1	4	4	NC	
C-LA-09	Ventanas	1	4	7	7	1	18	18	NC	
C-LA-10	Portaequipajes	1	1	4	1	1	6	6	NC	
C-LA-11	Puerta conductor	7	2	7	4	1	25	25	SC	
C-LA-12	Puerta de acceso de pasajeros	7	2	7	7	2	28	56	SC	
C-LA-13	Puerta tipo pantográfica compuertas	7	1	4	4	2	15	30	NC	
C-LA-14	Protector de equipaje	3	1	1	4	1	8	8	NC	
<b>PROMEDIO DE CRITICIDAD</b>						1,36	13,5	19		
<b>NOMBRE</b>		<b>FECHA</b>				<b>FIRMA</b>				
REALIZÓ: Juan Tirado		31 de mayo del 2017								
VERIFICÓ: Ing. Mg. Gustavo Patín		5 de junio del 2017								
VALIDÓ: Ing. Mg. Gustavo Patín		5 de junio del 2017								

Fuente: Autor

MATRIZ CRITICIDAD

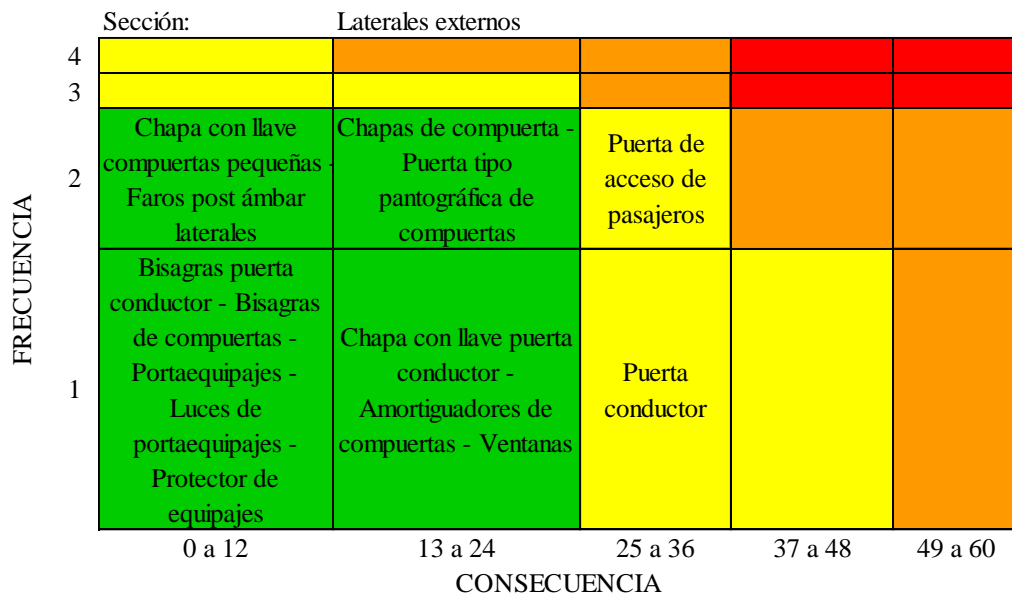


Figura 27: Matriz criticidad de la sección laterales externos.

Fuente: Autor.

Tabla 40: Cálculo de criticidad de la sección Posterior Externo.

MATRIZ CRITICIDAD									
CARROCERÍA AUTOBÚS INTERPROVINCIAL									
Sistema:					Sección:				ESTADO DE CRITICIDAD
NA					POSTERIOR EXTERNA				
Código	Elementos	IO	FO	CM	SHA	FF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	
C-PO-01	Amortiguadores de puerta posterior	5	2	4	4	1	18	18	NC
C-PO-02	Bisagra bodega posterior	1	1	4	4	1	9	9	NC
C-PO-03	Chapa de puerta posterior	3	1	4	4	1	11	11	NC
C-PO-04	Faros retroreflectivos	1	1	1	4	2	6	12	NC
C-PO-05	Faros delimitadores posteriores	5	1	1	4	2	10	20	NC
C-PO-06	Faros posteriores	7	1	7	10	3	24	72	SC
C-PO-07	Faros neblineros posteriores	3	2	4	7	1	17	17	NC
C-PO-08	Parabrisas posterior	1	4	7	7	1	18	18	NC
C-PO-09	Parachoques trasero	3	1	7	7	1	17	17	NC
C-PO-10	Señalética de seguridad	5	1	1	7	3	13	39	SC
<b>PROMEDIO DE CRITICIDAD</b>					1,6		14,3	23,3	
<b>REALIZÓ:</b>		<b>NOMBRE</b>		<b>FECHA</b>		<b>FIRMA</b>			
Juan Tirado		Juan Tirado		31 de mayo del 2017					
<b>VERIFICÓ:</b>		Ing. Mg. Gustavo Patín		5 de junio del 2017					
<b>VALIDÓ:</b>		Ing. Mg. Gustavo Patín		5 de junio del 2017					

Fuente: Autor

MATRIZ CRITICIDAD

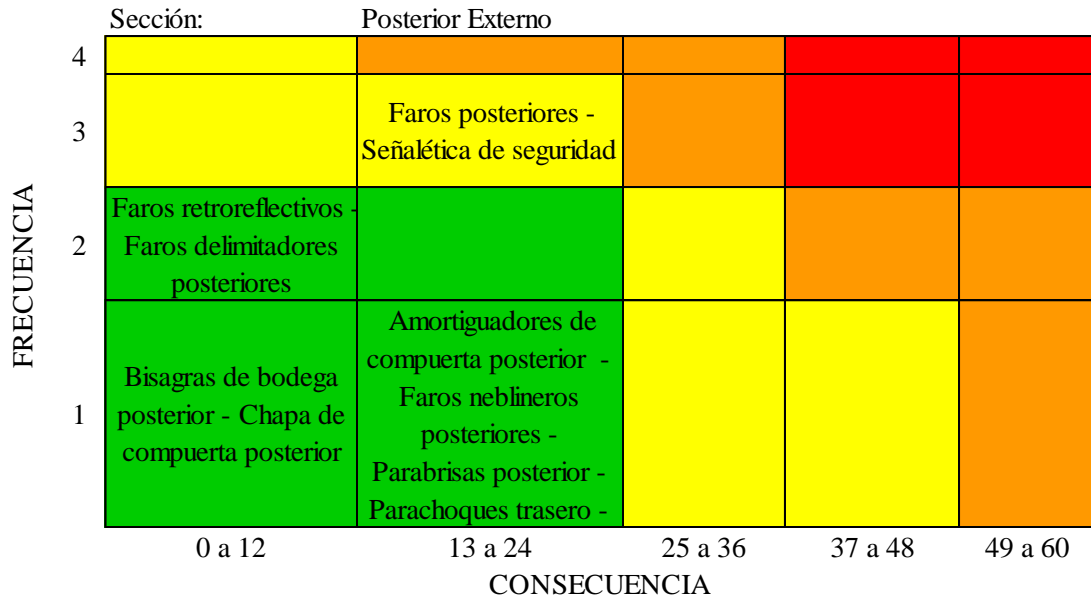


Figura 28: Matriz criticidad del sistema posterior externo.

Fuente: Autor.

Tabla 41: Cálculo de criticidad de la sección Salón de Pasajeros.

MATRIZ CRITICIDAD										
CARROCERÍA AUTOBÚS INTERPROVINCIAL										
Sistema:					Sección:					ESTADO DE CRITICIDAD
NA					SALÓN DE PASAJEROS					
Código	Elementos	IO	FO	CM	SHA	FF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD		
C-SP-03	Cámara de vigilancia	1	4	4	1	1	9	9	NC	
C-SP-04	Claraboya con ventilador y extractor	1	1	7	7	1	15	15	NC	
C-SP-06	Cinturón de seguridad dos puntos	1	2	1	10	3	13	39	SC	
C-SP-07	Asientos de pasajeros	1	4	7	10	1	21	21	NC	
C-SP-08	Cortinas	1	4	1	1	2	6	12	NC	
C-SP-09	Lamparas de salón	3	1	4	4	3	11	33	SC	
C-SP-10	Porta individuales	1	1	4	1	1	6	6	NC	
C-SP-11	Luces led	1	1	1	1	2	3	6	NC	
C-SP-12	Letrero led digital	1	4	4	1	2	9	18	NC	
C-SP-16	Rejilla de aire acondicionado	3	4	4	4	2	20	40	NC	
C-SP-17	Señalética interior	5	1	1	7	3	13	39	SC	
<b>PROMEDIO DE CRITICIDAD</b>							2	11,45	21,64	
	<b>NOMBRE</b>	<b>FECHA</b>			<b>FIRMA</b>					
<b>REALIZÓ:</b>	Juan Tirado	31 de mayo del 2017								
<b>VERIFICÓ:</b>	Ing. Mg. Gustavo Patín	5 de junio del 2017								
<b>VALIDÓ:</b>	Ing. Mg. Gustavo Patín	5 de junio del 2017								

Fuente: Autor

MATRIZ CRITICIDAD

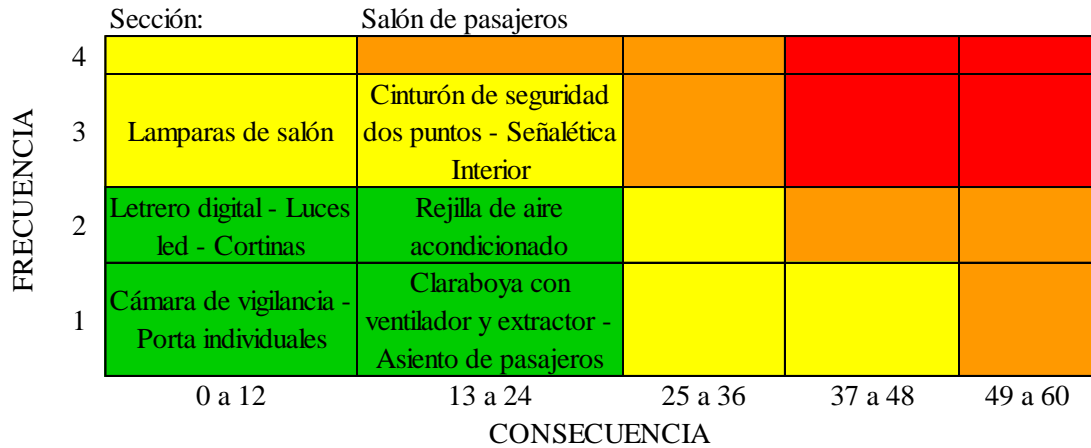


Figura 29: Matriz criticidad del sistema salón de pasajeros.

Fuente: Autor.

Tabla 42: Cálculo de criticidad de la sección cabina sanitaria.

MATRIZ CRITICIDAD									
CARRO CERÍA AUTOBÚS INTERPROVINCIAL									
Sistema:					Sección:				ESTADO DE CRITICIDAD
NA					CABINA SANITARIA				
Código	Elementos	IO	FO	CM	SHA	FF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	
C-CS-02	Bomba eléctrica	7	4	4	4	1	36	36	SC
C-CS-03	Cañería de abastecimiento	5	2	1	4	1	15	15	NC
C-CS-04	Cañería de descarga	5	2	1	4	1	15	15	NC
C-CS-05	Chapa de puerta de cabina	1	4	1	1	2	6	12	NC
C-CS-08	Extractor de olores	3	4	4	4	1	20	20	NC
C-CS-09	Grifo de cierre automático	3	4	1	1	1	14	14	NC
C-CS-10	Inodoro	7	2	4	4	1	22	22	NC
C-CS-11	Lámpara de iluminación	3	1	1	4	3	8	24	SC
C-CS-12	Lavamanos	3	2	4	4	1	14	14	NC
C-CS-13	Mecanismo de evacuación	5	4	4	4	1	28	28	SC
C-CS-14	Mecanismo de limpieza	7	4	4	4	1	36	36	SC
C-CS-16	Tanque de agua	5	2	4	4	1	18	18	NC
C-CS-17	Tanque de aguas residuales	3	2	4	4	1	14	14	NC
C-CS-18	Válvula neumática de descarga	7	1	4	4	1	15	15	NC
<b>PROMEDIO DE CRITICIDAD</b>						1,21	18,64	20,21	
<b>REALIZÓ:</b>		<b>NOMBRE</b>		<b>FECHA</b>		<b>FIRMA</b>			
Juan Tirado		Juan Tirado		31 de mayo del 2017					
<b>VERIFICÓ:</b>		Ing. Mg. Gustavo Patín		5 de junio del 2017					
<b>VALIDÓ:</b>		Ing. Mg. Gustavo Patín		5 de junio del 2017					

Fuente: Autor

MATRIZ CRITICIDAD

Sección:		Cabina sanitaria				
FRECUENCIA	4					
	3	Lámpara de iluminación				
	2	Chapa de puerta de cabina				
	1	Cañería de abastecimiento - Cañería de evacuación - Extractor de olores - Grifo de cierre automático - Inodoro - Lavamanos - Tanque de agua - Tanque de aguas residuales - Válvula neumática de descarga		Bomba eléctrica - Mecanismo de evacuación - Mecanismo de limpieza		
		0 a 12	13 a 24	25 a 36	37 a 48	49 a 60
CONSECUENCIA						

Figura 30: Matriz de criticidad de la cabina sanitaria.

Fuente: Autor

### 3.7 Interpretación de resultados

El análisis realizado a la carrocería del autobús interprovincial de la empresa “Carrocerías Pérez” muestra los siguientes resultados:

#### 3.7.1 Resumen e interpretación AMFE

En las tablas 43 y 44 se realiza una comparación entre los sistemas y secciones con un alto promedio del número de prioridad de riesgo (NPR):

Tabla 43:Resumen AMFE de los sistemas de la carrocería.

RESUMEN DE ANÁLISIS MODO Y EFECTO DE FALLA			
CARROCERÍA DE UN AUTOBÚS INTERPROVINCIAL			
ÍTEM	SISTEMA	# DE ELEMENTOS	PROMEDIO DE NPR
1	AIRE ACONDICIONADO	6	57
2	ELÉCTRICO	10	80,9
3	LIMPIA PARABRISAS	8	38,3
4	NEUMÁTICO	5	97,3

Fuente: Autor

En la tabla 43 se puede observar que el promedio del número de prioridad de riesgo de los sistemas más alto es de 97,3 que corresponde al sistema neumático, como consecuencia de la alta gravedad del fallo y su poca la detección. Por otra parte, otro de los sistemas que tiene un promedio de 80,9 es el eléctrico, en el cual también sus acciones deben ser prioritarias.

Tabla 44: Resumen AMFE de las secciones de la carrocería.

RESUMEN DE ANÁLISIS MODO Y EFECTO DE FALLA			
CARROCERÍA DE UN AUTOBÚS INTERPROVINCIAL			
ÍTEM	SECCIÓN	# DE ELEMENTOS	PROMEDIO DE NPR
1	CABINA DEL CONDUCTOR	15	33,7
2	FRONTAL EXTERNO	9	41
3	LATERAL EXTERNO	14	39,5
4	POSTERIOR EXTERNO	10	45,1
5	SALÓN DE PASAJEROS	12	33,3
6	CABINA SANITARIA	17	36,35

Fuente: Autor

En la tabla 44 se observa que el número de prioridad de riesgo más elevado es de 45,1 de la sección posterior externa, en el cual las acciones también deben ser prioritarias.

### 3.7.2 Resumen e interpretación del análisis de criticidad

Mediante este análisis se puede jerarquizar los sistemas y secciones de acuerdo con su frecuencia de fallo, impacto operacional, costo de mantenimiento, flexibilidad operacional e impacto de seguridad, higiene y ambiental.

Tabla 45: Resumen de los promedios del análisis de criticidad de los sistemas.

<b>RESUMEN DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD</b>				
<b>CARROCERÍA DE UN AUTOBÚS INTERPROVINCIAL</b>				
<b>ÍTEM</b>	<b>SISTEMA</b>	<b>FF</b>	<b>CONSECUENCIA</b>	<b>CRITICIDAD</b>
1	AIRE ACONDICIONADO	1,2	28,8	30,4
2	ELÉCTRICO	1,8	21,9	40,9
3	LIMPIA PARABRISAS	1,63	22,13	34,5
4	NEUMÁTICO	1,4	19,4	26

Fuente: Autor

Tabla 46: Resumen de los promedios del análisis de criticidad de las secciones.

<b>RESUMEN DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD</b>				
<b>CARROCERÍA DE UN AUTOBÚS INTERPROVINCIAL</b>				
<b>ÍTEM</b>	<b>SECCIÓN</b>	<b>FF</b>	<b>CONSECUENCIA</b>	<b>CRITICIDAD</b>
1	CABINA DEL CONDUCTOR	1,2	14	19,53
2	FRONTAL EXTERNO	1,56	20,78	35,89
3	LATERAL EXTERNO	1,36	13,15	19
4	POSTERIOR EXTERNO	1,6	14,3	23,3
5	SALÓN DE PASAJEROS	2	11,45	21,64
6	CABINA SANITARIA	1,21	18,64	20,21

Fuente: Autor



## MATRIZ CRITICIDAD

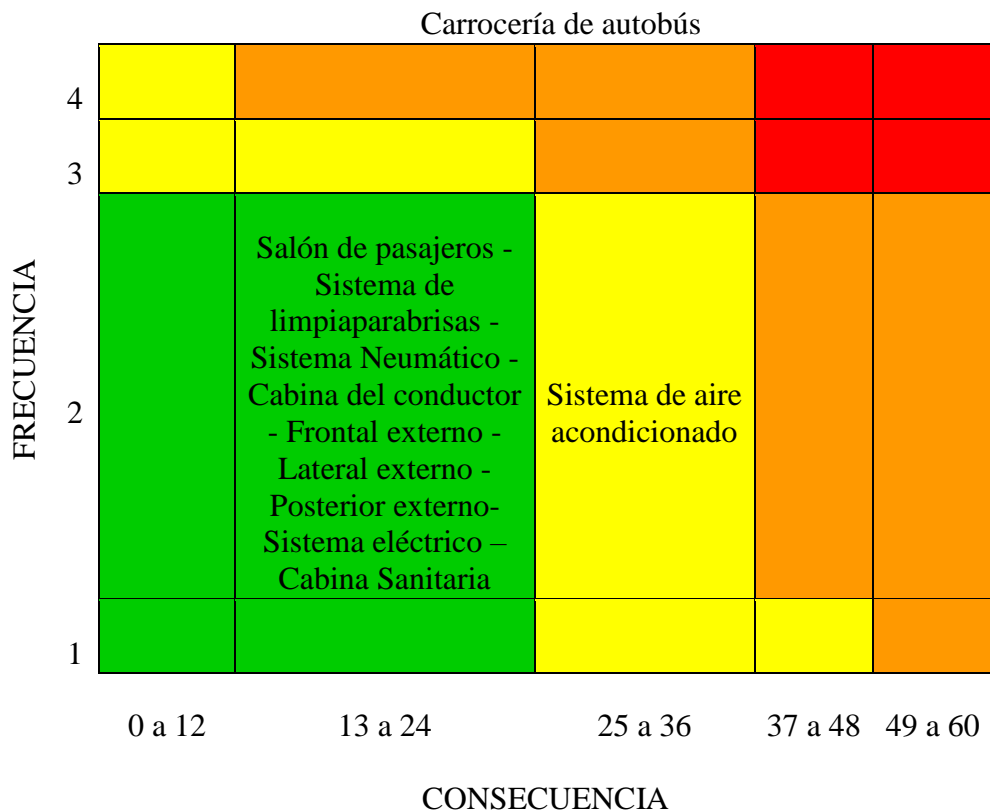


Figura 31: Matriz criticidad de la carrocería del autobús.

Fuente: Autor

De esta manera las tabla 45 nos muestra que el sistema eléctrico tiene un promedio de criticidad de todos sus elementos de 40,9 que es el más alto de los sistemas y secciones y en la cual se debe tener una mayor prioridad. Por otra parte, la sección lateral externa es la más baja con un promedio de criticidad de 19 como se indica en la tabla 46.

### 3.8 Gamas de mantenimiento.

El objetivo principal de una gama de mantenimiento es toma de acciones para evitar los efectos que pueden producir un fallo, entonces con el análisis realizado se podrá actuar sobre estos elementos.

Para que la realización de las actividades sea más fácil y eficiente, las gamas de mantenimiento se agruparán de acuerdo a:

- El sistema al que pertenece: Eléctrico, Neumático, Aire acondicionado, Limpia parabrisas.
- A la especialidad: Mecánica.

Para la frecuencia de acción se determinó de acuerdo con el valor NPR de la matriz AMFE, en donde a mayor índice de NPR se considera que es crítico por lo tanto demanda una mayor frecuencia de acción, tomando a consideración este criterio se dividirá en secciones:

- Mensual
- Bimensual
- Trimestral
- Semestral
- Anual.

En las tablas 47 a la 52 se presentan las gamas de mantenimiento según la agrupación anterior.

En el ANEXO 1 y ANEXO 3 se puede observar el plan de mantenimiento preventivo anual y el manual de uso y mantenimiento de la carrocería del autobús interprovincial basados en el análisis de criticidad.

Tabla 47: Gama de mantenimiento del sistema de Aire Acondicionado.

<b>GAMA DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>CARROCEÍA AUTOBÚS INTERPROVINCIAL</b>			
<b>SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO</b>			
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN</b>		<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>	
1. Mascarilla	4. Casco	1. Caja de herramientas	4. Equipos de medición de presión
2. Gafas de seguridad	5. Guantes	2. Kit de limpieza	
3. Botas de seguridad	5. Tapones auditivos	3. Multímetro	
<b>Riesgos y prevenciones</b>			
1. Refrigerantes a altas presiones. Trabajar con gafas de seguridad.			
2. Componentes calientes como compresores y otros componentes. No tocar las partes con temperatura alta.			
3. Ruidos altos. Trabajar con dispositivos de seguridad auditivos.			
4. Mecanismos rotatorios como poleas, ventiladores, etc. No aproximarse demasiado a estos componentes.			
5. Gases tóxicos provocados por el refrigerante. Trabajar con mascarilla.			

6. Este sistema está ubicado en partes altas. Utilizar arneses.		
<b>TAREA</b>	<b>DURACIÓN (HORAS)</b>	<b># DE PERSONAS</b>
<b>MENSUAL</b>		
Limpeza del filtro de retorno de aire	2	2
Limpeza de los serpentines del condensador	1	2
Limpeza de los electroventiladores	1	2
Revisión de ajuste de las correas del compresor	0.20	2
Revisión de nivel de aceite del compresor	0.20	1
Revisión de posibles fugas de la tubería	0.30	2
Revisión de posibles fugas en las uniones del sistema	0.30	2
<b>TRIMESTRAL</b>		
Medición de las presiones del sistema	2	2
Medición de voltajes del sistema	2	2
Inspección de los fusibles y relés del sistema	0.30	2

Inspección y/o ajuste de los empalmes del sistema eléctrico	1	2
Limpieza de la rejilla de ventilación	0.30	1
Limpieza de los difusores de aire.	0.30	1
Lubricación de las bisagras de la rejilla de ventilación	0.20	1
Inspección y/o reapriete de bases del compresor	2	2
Verificación de funcionamiento correcto del sistema	1	2
<b>SEMESTRAL</b>		
Limpieza e inspección general del todo el sistema	3	2
<b>ANUAL</b>		
Inspección y/o cambio de aceite del compresor	2	2
Inspección y/o cambio de rodamientos del compresor	4	2
Inspección y/o cambio de correas del compresor	1	2
Limpieza e inspección general del todo el sistema	3	2
Verificación de funcionamiento correcto del sistema	1	2

Vaciado y carga de líquido refrigerante.			3	2
	<b>NOMBRE</b>	<b>FECHA</b>	<b>FIRMA</b>	
<b>REALIZÓ:</b>	Juan Tirado	31 de mayo del 2017		
<b>VERIFICÓ:</b>	Ing. Mg. Gustavo Patín	5 de junio del 2017		
<b>VALIDÓ:</b>	Ing. Mg. Gustavo Patín	5 de junio del 2017		

Fuente: Autor

Tabla 48: Gama de mantenimiento del sistema Eléctrico.

<b>GAMA DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>CARROCEÍA AUTOBÚS INTERPROVINCIAL</b>			
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>			
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN</b>		<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>	
1. Mascarilla	4. Casco	1. Caja de herramientas	
2. Gafas de seguridad	5. Guantes	2. Kit de limpieza	
3. Botas de seguridad	5. Tapones auditivos	3. Multímetro	
<b>Riesgos y prevenciones</b>			
1. Ácidos de batería. Trabajar con guantes y gafas de seguridad.			
2. Riesgos eléctricos. No trabajar con los equipos conectados a la fuente. Si necesita trabajar con equipos con tensión no los manipule directamente. Trabajar con guantes.			
3. Componentes frágiles. No imprimir excesiva presión en estos elementos.			
4. Mecanismos rotatorios como poleas, ventiladores, etc. No aproximarse demasiado a estos componentes.			
5. Mecanismos rotatorios como ventiladores, etc. No aproximarse demasiado a estos componentes.			

6. Temperaturas elevadas en algunos componentes. No tocar estos elementos directamente.		
7. En partes elevadas. Utilizar arneses.		
<b>TAREA</b>	<b>DURACIÓN (HORAS)</b>	<b># DE PERSONAS</b>
<b>MENSUAL</b>		
Inspección y/o abastecimiento del líquido de las baterías	0.30	2
Inspección de cables conectados a las baterías	0.30	1
Limpieza de los electroventiladores de las claraboyas	1	2
Inspección de las conexiones del pito de advertencia	0.20	2
Inspección de los faros frontales y posteriores si estos presentan decoloraciones o fisuras, sustitúyalas	1	2
Inspección de luces de delimitadoras (cucuyas) laterales frontales y posteriores	1	2
Verificación de funcionalidad de los bombillos externos	0.30	2
Verificación de funcionalidad de luces de cabina	0.30	2
Verificación de funcionalidad de luces de salón	0.30	2
Verificación de funcionalidad de luces de los portaequipajes	0.30	2



Verificación de funcionalidad de luces de escalones	0.30	2
Verificación de funcionalidad de interruptores	1	2
Inspección de conexiones del ruterio electrónico	0.30	2
<b>TRIMESTRAL</b>		
Inspección y limpieza de los bornes de la batería	1	2
Inspección de las conexiones de los motores de los ventiladores de las claraboyas.	1	2
Inspección de los fusibles y relés del sistema	1	2
Verificación de funcionalidad de cámara y monitor de vigilancia	0.20	2
Verificación de funcionalidad de equipos como TV y DVD	0.20	2
Verificación de funcionalidad de equipo de audio	0.20	2
Verificación del funcionamiento de los portaindividuales	0.30	2
Verificación de funcionalidad de los sensores de portaequipajes, retro, enganche de cinturón, puertas, etc.	1	2
Verificación de interruptor de anticipo de parada	0.20	2
Verificación de recalentamiento del cableado	2	2

Medición de voltajes entregados a los equipos		2	2
Limpieza general de equipos eléctricos y electrónicos		1	2
<b>SEMESTRAL</b>			
Inspección y/o cambio de fusibles		2	2
Inspección y/o asilamiento del cableado		2	2
<b>ANUAL</b>			
Inspección las baterías si es necesario recargarlas o cambiarlas		1	2
	<b>NOMBRE</b>	<b>FECHA</b>	<b>FIRMA</b>
<b>REALIZÓ:</b>	Juan Tirado	31 de mayo del 2017	
<b>VERIFICÓ:</b>	Ing. Mg. Gustavo Patín	5 de junio del 2017	
<b>VALIDÓ:</b>	Ing. Mg. Gustavo Patín	5 de junio del 2017	

Fuente: Autor

Tabla 49: Gama de mantenimiento del sistema Neumático.

<b>GAMA DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>CARROcerÍA AUTOBÚS INTERPROVINCIAL</b>			
<b>SISTEMA NEUMÁTICO</b>			
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN</b>		<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>	
1. Mascarilla	4. Casco	1. Caja de herramientas	4. Equipo de lubricación
2. Gafas de seguridad	5. Guantes	2. Kit de limpieza	
3. Botas de seguridad	5. Taponos auditivos	3. Multímetro	
<b>Riesgos y prevenciones</b>			
1. Altas presiones. Trabajar sin presión. Si se requiere trabajar con presión. Tenga precaución.			
2. Ruidos elevados. Trabajar con equipos de protección auditiva.			
3. Mecanismos móviles peligro de atascamiento. Evite aproximarse demasiado.			
4. Componentes contienen aceites. Utilice gafas de protección.			
<b>TAREA</b>		<b>DURACIÓN (HORAS)</b>	<b># DE PERSONAS</b>

<b>MENSUAL</b>		
Inspección las conexiones en busca de posibles fugas en acoples	1	2
Inspección las cañerías en busca de posibles fugas	1	2
Limpieza y lubricación de los vástagos de los actuadores de la puerta principal, puerta de división, escotilla frontal de ventilación y grada auxiliar	1	2
Limpieza y lubricación de los vástagos de los actuadores de bloqueo de las compuertas de los portaequipajes	1	2
Inspección de acoples del tanque de aire	0.20	1
Purgación del tanque de aire	0.30	1
<b>TRIMESTRAL</b>		
Inspección de fugas en los actuadores	1	2
Verificación y/o regulación de presión del sistema	1	2
Ajuste de bases y tapas de los actuadores	1	2
Verificación de alineación de actuadores	1	2
Inspección de conexiones de las válvulas de accionamiento	0.20	1

Inspección de funcionalidad del sistema de bloqueos de puertas		0.30	2
Inspección de funcionalidad de puertas, escotilla y grada auxiliar		0.30	2
<b>SEMESTRAL</b>			
Inspección y/o sustitución de empaques de actuadores		2	2
Limpieza e inspección del sistema en general		2	2
<b>ANUAL</b>			
Realizar una limpieza interna de los componentes del sistema, eliminando partículas que puedan obstruir el desarrollo normal del sistema.		2	2
	<b>NOMBRE</b>	<b>FECHA</b>	<b>FIRMA</b>
<b>REALIZÓ:</b>	Juan Tirado	31 de mayo del 2017	
<b>VERIFICÓ:</b>	Ing. Mg. Gustavo Patín	5 de junio del 2017	
<b>VALIDÓ:</b>	Ing. Mg. Gustavo Patín	5 de junio del 2017	

Fuente: Autor

Tabla 50:Gama de mantenimiento de sistema de Limpia Parabrisas.

<b>GAMA DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>CARROCERÍA AUTOBÚS INTERPROVINCIAL</b>			
<b>SISTEMA LIMPIA PARABRISAS</b>			
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN</b>		<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>	
1. Mascarilla	4. Casco	1. Caja de herramientas	4. Equipo de lubricación
2. Gafas de seguridad	5. Guantes	2. Kit de limpieza	
3. Botas de seguridad	5. Tapones auditivos	3. Multímetro	
<b>Riesgos y prevenciones</b>			
1. Mecanismo rotatorio de motores. No aproximarse demasiado cuando estén activados.			
2. Riesgos eléctricos. No trabajar con los equipos conectados a la fuente. Si necesita trabajar con equipos con tensión no los manipule directamente. Trabajar con guantes.			
3. Mecanismos móviles peligro de atascamiento. Evite aproximarse demasiado.			
4. Componentes frágiles. No aplicar excesiva presión.			
5. Componentes contienen aceites. Utilice gafas de protección.			

<b>TAREA</b>	<b>DURACIÓN (HORAS)</b>	<b># DE PERSONAS</b>
<b>MENSUAL</b>		
Inspección y/o abastecimiento de líquido limpiador en el deposito	0.30	1
Inspección de conexiones de cañerías	0.30	1
Inspección de conexiones de los motores de limpiaparabrisas	0.30	2
Inspección de conexiones de la bomba de limpiaparabrisas	0.20	2
Limpieza e inspección de las plumas del limpiaparabrisas	0.30	1
Comprobación de funcionalidad del sistema	0.30	2
<b>TRIMESTRAL</b>		
Reajuste de mecanismos de limpia parabrisas	1	2
Inspección las cañerías en busca de posibles fugas	0.30	1
Inspección de holguras del mecanismo	1	2
Verificación de voltajes entregados	1	2
<b>SEMESTRAL</b>		

Verificación de alineamiento de mecanismo		1	2
Inspección y/o ajuste del brazo del limpiaparabrisas		0.30	2
<b>ANUAL</b>			
Inspección y/o sustitución de plumas.		1	2
	<b>NOMBRE</b>	<b>FECHA</b>	<b>FIRMA</b>
<b>REALIZÓ:</b>	Juan Tirado	31 de mayo del 2017	
<b>VERIFICÓ:</b>	Ing. Mg. Gustavo Patín	5 de junio del 2017	
<b>VALIDÓ:</b>	Ing. Mg. Gustavo Patín	5 de junio del 2017	

Fuente: Autor



Tabla 51: Gama de mantenimiento Mecánico.

<b>GAMA DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>CARROCEÍA AUTOBÚS INTERPROVINCIAL</b>			
<b>MANTENIMIENTO GENERAL</b>			
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN</b>		<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>	
1. Mascarilla	4. Casco	1. Caja de herramientas	4. Equipo de limpieza
2. Gafas de seguridad	5. Guantes	2. Equipo de lubricación	
3. Botas de seguridad	5. Tapones auditivos	3. Equipo de ajuste	
<b>Riesgos y prevenciones</b>			
1. Mecanismos rotatorios como poleas, ventiladores, etc. No aproximarse demasiado a estos componentes.			
2. Riesgos eléctricos. No trabajar con los equipos conectados a la fuente. Si necesita trabajar con equipos con tensión no los manipule directamente. Trabajar con guantes.			
3. Componentes frágiles. No aplicar excesiva presión.			
4. Elementos puntiagudos y filosos. Utilizar guantes.			
5. Mecanismos móviles peligro de atascamiento. Evite aproximarse demasiado.			

6.Componetes contienen aceites. Utilice gafas de protección.		
7. En partes elevadas. Utilizar arneses.		
<b>TAREA</b>	<b>DURACIÓN (HORAS)</b>	<b># DE PERSONAS</b>
<b>MENSUAL</b>		
Limpieza de tapizados del asiento del conductor y del acompañante	1	2
Limpieza de tapizados de los asientos del salón de pasajeros	4	2
Inspección y verificación de los mecanismos de enganche de los cinturones de seguridad	2	2
Lubricación de bisagras de cajuelas interiores de la cabina del conductor	0.20	2
Lubricación de bisagras de cajuelas ubicadas en el salón de pasajeros	0.21	2
Lubricación de mecanismos móviles de los asientos del salón de pasajeros	2	2
Lubricación de mecanismos móviles de los asientos del acompañante y conductor	0.30	2
Lubricación de bisagras de la puerta del conductor	0.20	2
Lubricación de mecanismo de la puerta principal y verificación de su funcionamiento	0.20	2
Lubricación de bisagras de compuerta posterior	0.20	2

Lubricación de bisagras de puerta de separación	0.20	2
Lubricación de mecanismo de apertura de escotilla frontal de ventilación	0.20	2
Lubricación del mecanismo de apertura de las claraboyas	0.30	2
Limpeza y lubricación de amortiguadores de las compuertas laterales y posterior	1	2
Lubricación del mecanismo de protector de los portaequipajes	1	2
<b>TRIMESTRAL</b>		
Inspección y/o ajuste de mecanismo de apertura de escotilla frontal de ventilación	0.30	2
Verificación del alineamiento y funcionamiento del mecanismo de apertura de la escotilla frontal de ventilación	0.20	2
Inspección y/o ajuste de bases de pasamanos de acceso y descenso de pasajeros	1	2
Inspección y/o ajuste del mecanismo de apertura de la puerta principal	1	2
Verificación del alineamiento y funcionamiento del mecanismo de apertura de la puerta principal	0.30	2
Inspección y/o ajuste del mecanismo tipo pantográfico de las compuertas de los portaequipajes	1	2
Verificación del alineamiento y funcionamiento del mecanismo tipo pantográfico de las compuertas	2	2

Lubricación de chapas de compuertas de los portaequipajes	1	2
Lubricación de chapas de las cajuelas de la cabina del conductor	0.30	1
Lubricación de chapas de las cajuelas del salón de pasajeros	0.30	1
Lubricación de mecanismos de posicionamiento del asiento del conductor	1	1
<b>SEMESTRAL</b>		
Inspección y/o ajuste del mecanismo de regulación espejos retrovisores internos y externos	1	2
Inspección y/o ajuste del parachoques delantero y posterior	2	2
Inspección y/o ajuste de los mecanismos móviles de los asientos del salón de pasajeros	2	2
Inspección y/o ajuste de los mecanismos de móviles de los asientos del acompañante y del conductor	2	2
Inspección y/o ajuste de los picaportes de las ventanas	0.30	1
Inspección y/o ajuste de las canastillas	2	2
<b>ANUAL</b>		
Inspección y/o ajuste de los anclajes de los asientos del salón de pasajeros, acompañante y conductor	4	2
Inspección y/o cambio del extintor contra incendios	0.30	1

	<b>NOMBRE</b>	<b>FECHA</b>	<b>FIRMA</b>
<b>REALIZÓ:</b>	Juan Tirado	31 de mayo del 2017	
<b>VERIFICÓ:</b>	Ing. Mg. Gustavo Patín	5 de junio del 2017	
<b>VALIDÓ:</b>	Ing. Mg. Gustavo Patín	5 de junio del 2017	

Fuente: Autor

Tabla 52: Gama de mantenimiento de la sección cabina sanitaria.

<b>GAMA DE MANTENIMIENTO MECÁNICO</b>			
<b>CARROCEÍA AUTOBÚS INTERPROVINCIAL</b>			
<b>CABINA SANITARIA</b>			
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN</b>		<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>	
1. Mascarilla	4. Casco	1. Caja de herramientas	4. Equipo de limpieza
2. Gafas de seguridad	5. Guantes	2. Equipo de ajuste	
3. Botas de seguridad	5. Tapones auditivos	3. Multímetro	
<b>Riesgos y prevenciones</b>			
1. Mecanismos rotatorios como ventiladores. No aproximarse demasiado a estos componentes.			
2. Riesgos eléctricos. No trabajar con los equipos conectados a la fuente. Si necesita trabajar con equipos con tensión no los manipule directamente. Trabajar con guantes.			
3. Componentes frágiles. No aplicar excesiva presión.			
4. Elementos puntiagudos y filosos. Utilizar guantes.			
5. Mecanismos móviles peligro de atascamiento. Evite aproximarse demasiado.			

6. En partes elevadas. Utilizar arneses.		
<b>TAREA</b>	<b>DURACIÓN (HORAS)</b>	<b># DE PERSONAS</b>
<b>MENSUAL</b>		
Lavaje de inodoro, lavamanos y tanque de aguas residuales	1	2
Limpieza del extractor de olores	0.30	2
Inspección de conexiones de la cañería de abastecimiento	0.30	2
Inspección de la conexión de la cañería de evacuación	0.30	2
Inspección de empaques del lavamanos e inodoro	0.20	2
Inspección y verificación de funcionalidad de la papelera	0.10	1
Inspección y verificación de funcionalidad del dispensador de jabón	0.10	1
Verificación de funcionalidad de los mecanismos de limpieza y evacuación	1	2
<b>TRIMESTRAL</b>		
Limpieza del tanque de agua de abastecimiento	0.30	2

Inspección de conexiones neumáticas			1	2
Inspección de conexiones eléctricas			1	2
Medición de presiones del sistema			0.30	2
Medición de voltajes entregados en las terminales eléctricas			0.30	2
Verificación de funcionalidad de señal de advertencia de ocupación de la cabina sanitaria			0.10	2
Lubricación de chapa y bisagras de la puerta de la cabina sanitaria			0.30	1
<b>SEMESTRAL</b>				
Verificación de funcionalidad de la bomba eléctrica			0.30	2
	<b>NOMBRE</b>	<b>FECHA</b>	<b>FIRMA</b>	
<b>REALIZÓ:</b>	Juan Tirado	31 de mayo del 2017		
<b>VERIFICÓ:</b>	Ing. Mg. Gustavo Patín	5 de junio del 2017		
<b>VALIDÓ:</b>	Ing. Mg. Gustavo Patín	5 de junio del 2017		

Fuente: Autor



## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

- Mediante el inventario técnico y la codificación significativa otorgada a cada uno de los componentes de la carrocería del autobús interprovincial facilita la identificación y localización de cada uno de los sistemas y los elementos que lo constituyen.
- Por medio del análisis de modo de efecto de fallos (AMFE) se puede discernir que los sistemas más propensos a sufrir fallos son el neumático y el eléctrico con un promedio de índice de prioridad de riesgos (NPR) de 97,3 y 80,9 respectivamente.
- Dentro del análisis AMFE también se puede concluir que los componentes con más tendencia a sufrir un fallo son las cañerías del sistema neumático con un valor de 210, el filtro de retorno de aire acondicionado 168, los actuadores neumáticos con un valor de 189, y los bombillos de iluminación con un valor 128.
- En el análisis de criticidad de la carrocería del autobús interprovincial, sistema eléctrico tiene un promedio de criticidad de todos sus elementos de 40,9 que es el más alto de los sistemas y secciones y en la cual se debe tener una mayor prioridad. Por otra parte, la sección lateral externa es la más baja con un promedio de criticidad de 19 como se indica en la tabla 46.
- La aplicación del plan de mantenimiento propuesto, dotaran de una facilidad de en la realización de las actividades y así como su gestión, además aumentara la disponibilidad de los sistemas y la vida útil de los elementos que conforman la carrocería.
- Se desarrolló el instructivo en el cual proporciona información e instrucciones para el propietario del autobús, necesarias para la utilización, control y mantenimiento de la carrocería.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- Para reducir el número de fallos y aumentar la disponibilidad de los sistemas y componentes de la carrocería es aconsejable la aplicación del plan de mantenimiento preventivo.
- Se sugiere la utilización de la codificación significativa de la carrocería del autobús ya que aporta con diversa información en su estructura para una mejor identificación y localización de los sistemas y componentes.
- Es aconsejable llevar un registro histórico incidencias suscitados en la carrocería, ya que estos registros ayudaran a futuros análisis y planes de mantenimiento.
- Se sugiere la entrega de las gamas de mantenimiento al personal de acuerdo a la especialidad para una mayor eficiencia en la ejecución del mantenimiento preventivo de la carrocería.
- La aplicación de las gamas de mantenimiento deben estar acompañadas de una redacción de un informe final en el cual deben constar las anomalías encontradas y las acciones que se tomaron.
- Es de vital importancia que el propietario de la unidad intervenga en el manteniendo preventivo de la unidad, es por eso que es aconsejable la entrega del manual de uso y mantenimiento.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] Pro Ecuador, “Análisis sectorial automotriz” Instituto de promoción de exportaciones e inversión, 2017.
- [2] S. Ballester, P. Olmeda, V. Macián, B. Tormos, “El mantenimiento de las flotas de transporte”, Técnica Industrial, 2002.
- [3] D. Erazo, N. Martínez, “Programa de mantenimiento para la flota de unidades de transporte Cóndores del Valle y diseño de la planta de su taller automotriz” Tesis, Fac. Ingeniería Mecánica, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2012.
- [4] A. Galván. “Inspección técnica vehicular en América Latina” Observatorio de Movilidad Urbana para América Latina, Serie de cuadernos de investigación, Corporación Andina de Fomento, 2014, p 18.
- [5] Agencia Nacional de Tránsito, “Listado de fabricantes o ensambladores nacionales de vehículos de categoría M2 y M3” Dirección de regulación de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial, mayo 2017.
- [6] T. Francisco, Sánchez Marín, A. Pérez, “Mantenimiento mecánico de máquinas”, España, Edición Universidad Jaume, 2007, p 12.
- [7] R. Ángel Gasca, “Diseño de un plan de preventivo para la empresa AGROANGEL” Tesis, Fac. de Ingeniería Mecánica, Univ. Tecnológica de Pereira. Pereira, Colombia, 2014.
- [8] Teddy Milano, “Planificación y gestión del mantenimiento industrial”, Venezuela, Edición Universidad Central de Venezuela, 2008, p 3.
- [9] J. D. Montes, “Diseño de un plan de mantenimiento para la flota articulada de INTEGRA S.A. usando algunas herramientas del manteniendo centrado en la confiabilidad” Tesis, Fac. de Ingeniería Mecánica, Univ. Tecnológica de Pereira. Pereira, Colombia, 2013.
- [10] J. S. Salas. “Mejora de la metodología del mantenimiento correctivo en una flota de transporte Urbano” Trabajo final de master, Master universitario en ingeniería de mantenimiento, Univ. Politécnica de Valencia, Valencia, España, 2012.
- [11] M. M. Ibarra, J. M. Piña, “Propuesta para el mejoramiento del transporte público urbano para la ciudad de Azogues con perspectivas hacia: la seguridad vehicular,

- contaminación ambiental y gestión del tránsito” Tesis, Fac. de Ingenierías, Univ. Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador, 2011.
- [12] E. G. Aillón, “Elaboración e implementación de un plan de mantenimiento para la maquinaria pesada y vehículos livianos del GAD de Pelileo” Tesis, Fac. Ingeniería Civil y Mecánica, Univ. Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, 2016.
- [13] O. García. Gestión moderna del mantenimiento industrial. Bogotá, Ediciones de la U, 2012. pp. 9-10.
- [14] F. J. González Fernández, Teoría y Práctica del mantenimiento Industrial Avanzado, Madrid, Editorial Fundación Confederal. 2005. pp. 30-34.
- [15] G. Ramírez, “Proyecto de modernización para el Tecnicentro Ing. Vinicio Ramírez” Tesis, Fac. Ingeniería Automotriz, Univ. Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador, 2012.
- [16] J. Denia, Procesos y gestión del mantenimiento y calidad, España, CS Mecatrónica Industrial, 2010, pp. 24.
- [17] F. C. Gómez de león, Tecnología del Mantenimiento industrial, Murcia, Servicio de publicaciones, Universidad de Murcia, 1998. pp. 24-25.
- [18] Maintenance – Maintenance Terminology, BSI Standards Publication, BS EN 13306, 2010.
- [19] B.S. Dillon, Engineering Maintenance A Modern Approach, Washington, D. C., CRC Press LLC, 2002. pp. 55-73.
- [20] S. García Garrido, La contratación del mantenimiento industrial. Madrid, España, Ediciones Diaz de Santos, 2010, pp 126.
- [21] L. Navarro, A. C. Pastor, J. M. Tejedor, Gestión integral del mantenimiento, Barcelona, Marcombo Boixareu Editores, pp. 32-33.
- [22] A. Ros Moreno, Manteniendo Industrial I, Murcia, Addison Wesley Iberoamérica, 2010, pp. 56-58.
- [23] S. Nakajima, Introducción al TPM, Japón, Institute for Plant Maintenance, 2005, pp. 10-13.
- [24] A. Mora Gutiérrez, Mantenimiento Planeación, Ejecución y Control, México, Grupo Editor Alfaomega, 2009, pp.440-442.
- [25] S. García Garrido, Organización y Gestión Integral de Mantenimiento, Madrid, Ediciones Díaz e Santos S.A. 2003. pp. 1-3.

- [26] P. Grima Cintas, Técnicas para la Gestión de Calidad, España, Ediciones Díaz de Santos S.A., 1995, pp. 49-51.
- [27] J. Bravo, La calidad en el área de diseño, Madrid España, Ediciones Díaz de Santos S.A., 1991, pp. 45-46.
- [28] Análisis de modos y efectos de fallas potenciales Manual de referencia, 4ta Edición, 2008.
- [29] M. Bestratén. R. Orriols, NTP 679 Análisis Modal de Fallos y Efectos, España, Centro nacional de condiciones de trabajo, 2004.
- [30] C. Parra, A. Crespo, Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos, Sevilla, España, INGEMAN, 2012, pp. 60 - 63.
- [31] S. García, Mantenimiento programado en centrales de ciclo combinado, Madrid España, Ediciones Díaz de Santos S.A., 2012, pp. 97 - 99.
- [32] J. Trashorras, Subestaciones eléctricas, Madrid, España, Paraninfo, 2015, p. 322.
- [33] HinoMotors, Manual de montaje de carrocerías modelo AK8JRSA, In HinoMotors (ed), 2010.

# **ANEXOS**

# **ANEXO 1**

## **MATRIZ DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL**











## **ANEXO 2**

### **FICHA DE ORDEN DE TRABAJO**



## ORDEN DE TRABAJO

### DATOS GENERALES

Cooperativa:		Código:	
Propietario:		Área de mantenimiento:	
Modelo:		Fecha de ejecución:	
Kilometraje:		Autorizado por:	

### TIPO DE MANTENIMIENTO

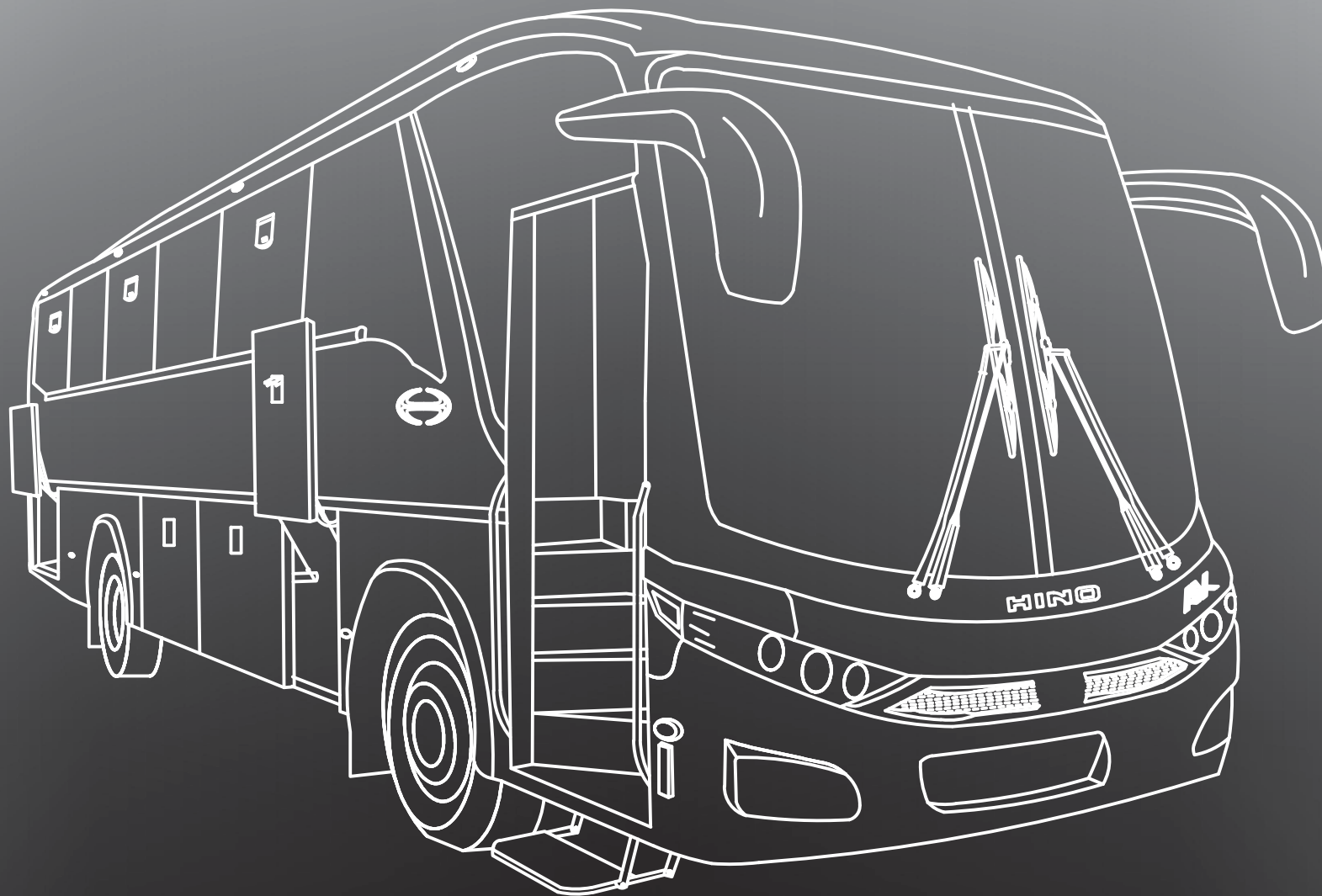
Mantenimiento preventivo		Mantenimiento correctivo			
ELEMENTO	ACTIVIDAD	TR (Tiempo de reparación)	TP (Tiempo de parada)	MATERIALES Y EQUIPOS	OBSERVACIONES

		<b>FECHA:</b>	<b>FIRMA:</b>
Realizado por:			
Revisado por:			
Supervisado por:			

## **ANEXO 3**

MANUAL DE USO Y  
MANTENIMIENTO DE LA  
CARROCERÍA DEL AUTOBÚS  
INTERPROVINCIAL

# *MANUAL DE USUARIO Y MANTENIMIENTO*



# ÍNDICE GENERAL

---

ÍNDICE	1
INTRODUCCIÓN	4
TÉRMINOS DE GARANTÍA	5
GARANTÍA	5
PERIODO DE GARANTÍA	5
COBERTURA DE GARANTÍA	5
EXCEPCIONES	5
OBLIGACIONES DE LA GARANTÍA	5
NORMAS DE SEGURIDAD	6
DIMENSIONES GENERALES	8
CABINA DEL CONDUCTOR	9
TABLERO	9
LIMPIEZA Y CUIDADO	10
EXTINTOR	10
SUPERIOR INTERNA	10
ASIENTOS	11
ASIENTO DEL CONDUCTOR	11
ASIENTO DE PASAJEROS	12
LIMPIEZA Y CUIDADO	13
CINTURÓN DE SEGURIDAD	13
PUERTAS	14



## ÍNDICE GENERAL

---

PUERTAS DE SERVICIO	14
MANTENIMIENTO	14
ESCOTILLAS	15
CLARABOYAS	15
ESCOTILLA FRONTAL	15
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	16
CONTROLES DE AIRE ACONDICIONADO	16
MANTENIMIENTO DEL EQUIPO POR FRECUENCIA	17
FILTRO DE AIRE	18
SISTEMA NEUMÁTICO	19
PUERTA PRINCIPAL Y BLOQUEO DE BODEGAS	19
PUERTA DE SEPARACIÓN Y GRADA AUXILIAR	20
MANTENIMIENTO POR FRECUENCIA	20
SISTEMA DE LIMPIAPARABRISAS	21
MANTENIMIENTO	22
PORTAEQUIPAJES	23
MANTENIMIENTO	24
SISTEMA ELÉCTRICO	24
ILUMINACIÓN POSTERIOR	24
ILUMINACIÓN FRONTAL Y LATERAL	25
ILUMINACIÓN SALÓN DE PASAJEROS	26
INTERRUPTORES	26

## ÍNDICE GENERAL

---

BATERÍA	27
CABLEADO	27
FUSIBLES	27
ILUMINACIÓN INTERNA Y EXTERNA	28
RUTERO ELECTRÓNICO	28
SISTEMA DE VIGILANCIA	28
DIAGRAMA ELÉCTRICO	29
CABINA SANITARIA	30
CUIDADOS Y MANTENIMIENTO	30
SALIDAS DE EMERGENCIA	32
LIMPIEZA DE LA CARROCERÍA	33

---

# INTRODUCCIÓN

La empresa comprometida con el objetivo de satisfacer las necesidades de nuestros clientes ofreciéndole mejores servicios, le presenta este manual que ha sido preparado para que usted pueda conocer las manutenciones necesarias para su carrocería y proporcionarle instrucciones para su seguridad, además puede ser utilizada para formación del personal de mantenimiento.

El mantenimiento de los elementos que constituyen la carrocería está detalladas y explicadas con ilustraciones en este manual, el cual seguidos a cabalidad podrá reducir el número de fallos en los sistemas de su carrocería, aumentar la duración de sus elementos así como su disponibilidad.

Es aconsejable la lectura de este manual antes de realizar cualquier tipo de manutención a la carrocería.

## **IMPORTANTE**



Este manual proporciona las actividades de manutención de los elementos que forman parte de la carrocería, la incorporación de nuevos elementos, sistemas, etc., por terceros, corresponde a los mismos proporcionar todas las instrucciones para su utilización.

## TÉRMINOS DE LA GARANTÍA

---

### **GARANTÍA**

La empresa garantiza como creador de la carrocería que fue desarrollada dentro de los más altos estándares de calidad, bajo normas técnicas ecuatorianas, sometida rigurosamente a revisión y pruebas, para garantizar la satisfacción del cliente.

### **PERIODO DE GARANTÍA**

- La garantía de la carrocería es de 12 meses (1 año) a partir del día de la entrega de la carrocería.

La garantía es de 6 meses para accesorios como faros, iluminación interna, externa, válvulas, cilindros, bloqueos neumáticos, ruteró electrónico, empaques, vinil, corosil, telas.

### **COBERTURA DE LA GARANTÍA**

La garantía cubre todos los equipos y accesorios exceptuando sistemas elaborados por terceros

como aire acondicionado, televisión, radio, monitores, etc., los cuales son garantizados propiamente por los fabricantes de los mismos, en consideración con los manuales propios) instalados en la unidad por la empresa, se excluye el desgaste natural de los elementos por uso habitual como puertas, compuertas, asientos, etc.

### **EXCEPCIONES**

#### **Modificación o alteración**

Cualquier tipo modificación, alteración o instalación de elementos por terceros da por terminado el tiempo de garantía de la carrocería, la empresa verificará y descalificará la parte donde se haya efectuado la modificación, alteración o instalación de elementos.

#### **Reparación en lugares no avalados**

La garantía finaliza si la carrocería ha sido reparada previamente en lugares no autorizados y el fallo producido de forma indirecta o directa a causa de dicho arreglo.

### **Accidentes**

La garantía no es aplicable en caso de defectos en el funcionamiento de elementos por accidentes previos u operaciones incorrectas, tales como sustitución, modificación de elementos no avalados por la empresa.

### **Carencia de mantenimiento**

No aplica la garantía en caso de pérdida de funcionabilidad, desgaste, corrosión, etc., de los elementos por escasez de mantenimiento, operación incorrecta, sobrecargas u operación que no concuerden con las entregadas por la empresa.

### **Utilización de repuestos no avalados**

La garantía se invalida en los sistemas en caso de sustitución de elementos no genuinos por terceros.

### **Fallos suscitados por condiciones climáticas**

No aplica la garantía a fallos provocados por las condiciones climáticas adversas tales como, inundaciones, tornados, rayos, deslizamientos, actos de la naturaleza que están fuera del dominio de la empresa.

### **OBLIGACIONES DE LA GARANTÍA**

La empresa se responsabiliza de sustituciones y/o reparaciones gratuitas de todos aquellos fallos, que luego de ser inspeccionados y analizados se determine que su defecto se debe al material o a la fabricación.

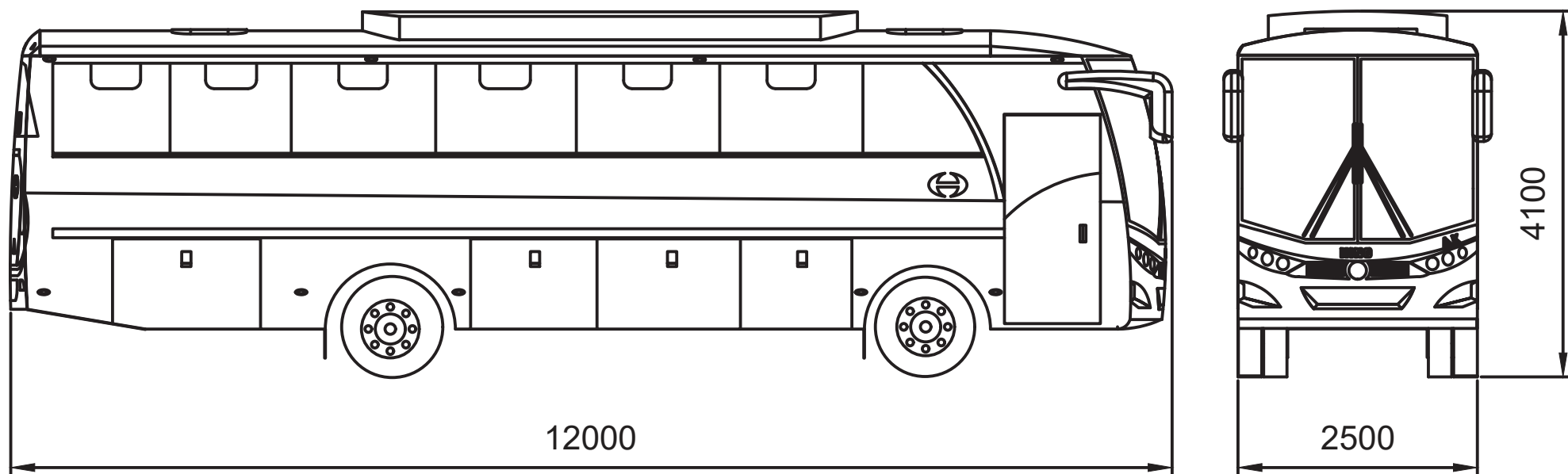
## NORMAS DE SEGURIDAD

---

Conducir este tipo de vehículos implican una responsabilidad muy grande, pues un simple fallo humano o mecánico puede conllevar a poner en riesgo la vida de los usuarios externos e internos de la unidad, es por ese motivo que es de vital importancia seguir los consejos que a continuación se detallan para un transporte con seguridad:

- Use siempre el cinturón de seguridad, además verifique que los ocupantes abrochen los cinturones antes de ponerse en movimiento.
- Mantener los equipos necesarios para seguridad y advertencia.
- Verifique el correcto funcionamiento de la iluminación tanto interna como externa.
- Verifique la señalética de seguridad tanto interna como externa.
- Verifique el posicionamiento de los retrovisores con ayuda de terceros.
- Nunca exceda el límite de pasajeros establecido por el fabricante, esto puede comprometer la estabilidad de la unidad.
- No exceda la carga de los portaequipajes establecido por el fabricante.
- En pendientes utilice una marcha reducida para evitar el uso excesivo del freno ya que esto puede ocasionar un recalentamiento y posteriormente un incendio.
- Evitar someter a la unidad a condiciones adversas de la naturaleza como inundaciones, deslaves etc., ya que podrían dañar partes de la unidad.

## DIMENSIONES GENERALES



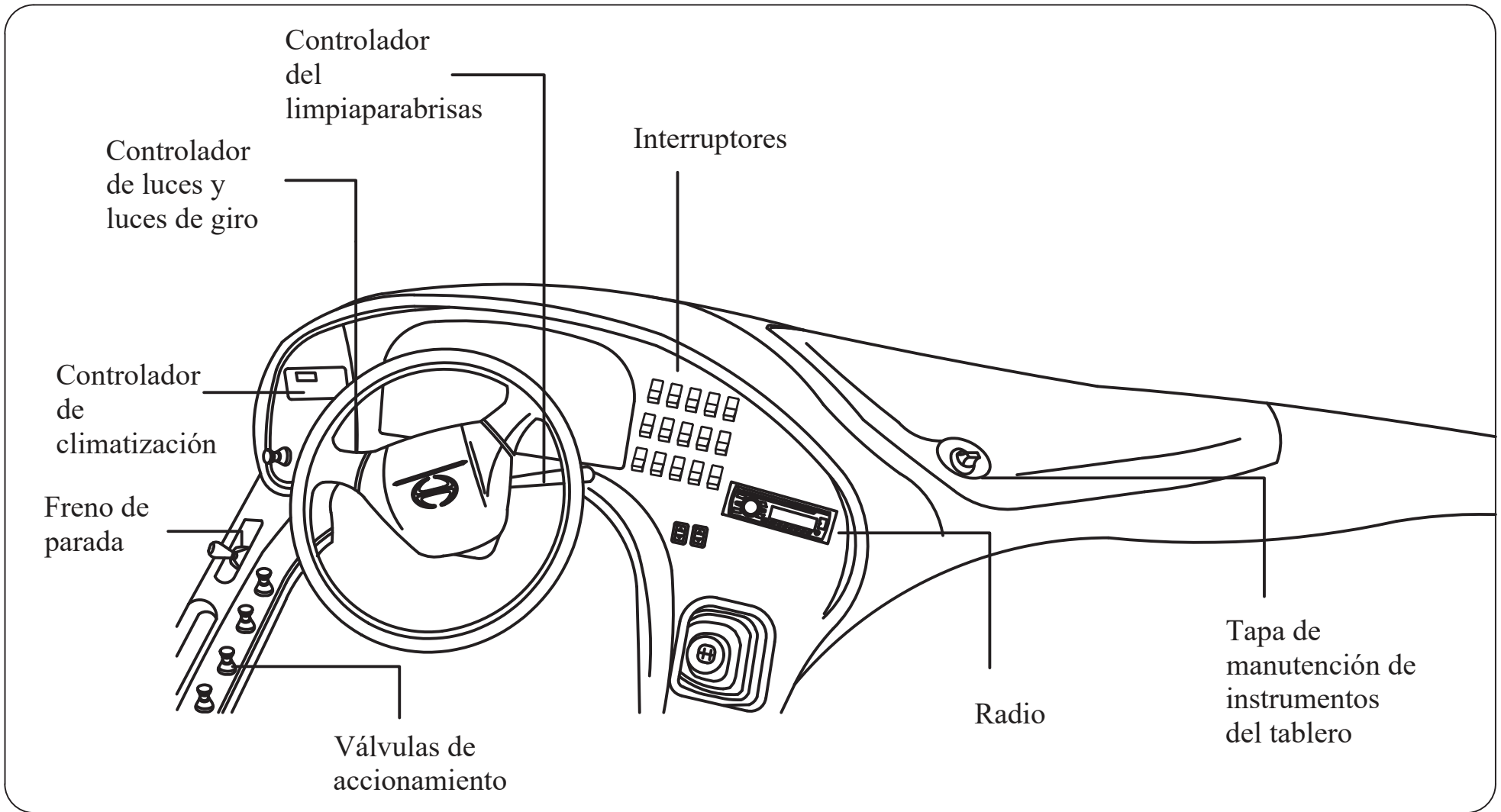
### **OBSERVACIÓN**



La altura, largo y ancho pueden variar dependiendo del tipo de modelo de la carrocería y del tipo de chasis.

# CABINA DEL CONDUCTOR

## TABLERO





## CABINA DEL CONDUCTOR

### LIMPIEZA Y CUIDADO

Para realizar la limpieza del tablero es aconsejable la utilización de una esponja humedecida, procure limpiar partes como los difusores del aire acondicionado, no utilice productos con químicos fuertes y evite utilizar fuerza excesiva ya que puede ocasionar daños en interruptores y teclas de los sistemas.

### IMPORTANTE



Realice esta tarea diariamente para evitar acumulación de polvo.

### EXTINTOR

### IMPORTANTE



Revise el extintor cada año y verifique, si es necesario recargarlo o cambiarlo.

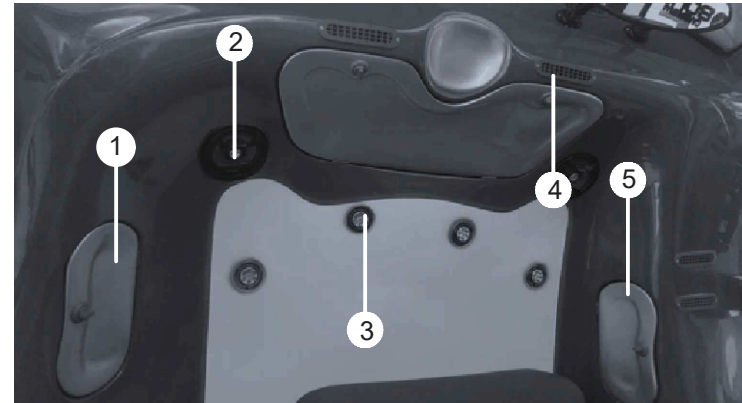
### AVISO



Ajuste las bases de los pasamanos cada tres meses.

### SUPERIOR INTERNA

*Detalle parte superior interna de la cabina*



1. Cajuelas internas

2. Parlantes

3. Luces de cabina

4. Difusores de aire

5. Cerradura de  
cajuelas

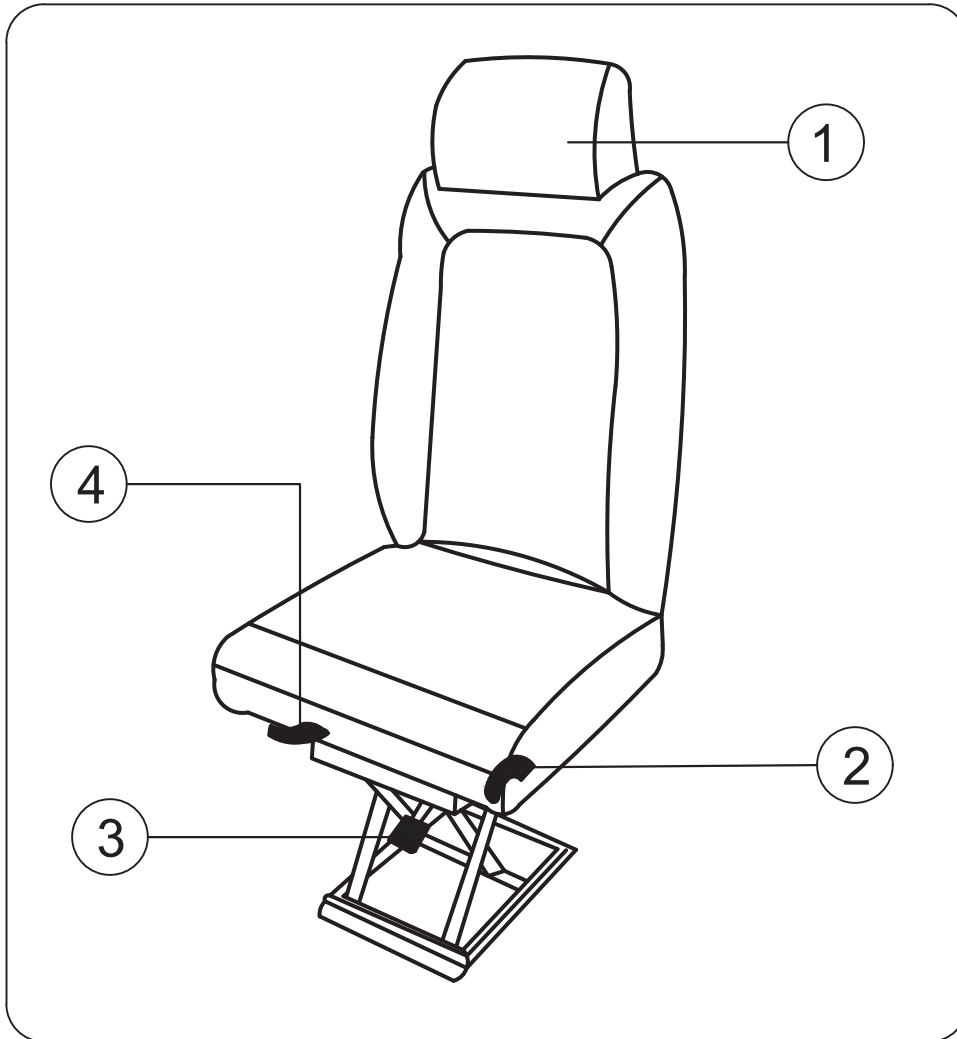
### AVISO



Lubrique las bisagras de las cajuelas internas mensualmente.

## ASIENTOS

### ASIENTO DEL CONDUCTOR



1. Apoya cabezas
2. Palanca de regulación de respaldo
3. Palanca de regulación de altura
4. Palanca de regulación de avance y retroceso

#### IMPORTANTE



Para la regulación del asiento disminuya la carga para reducir esfuerzos excesivos.

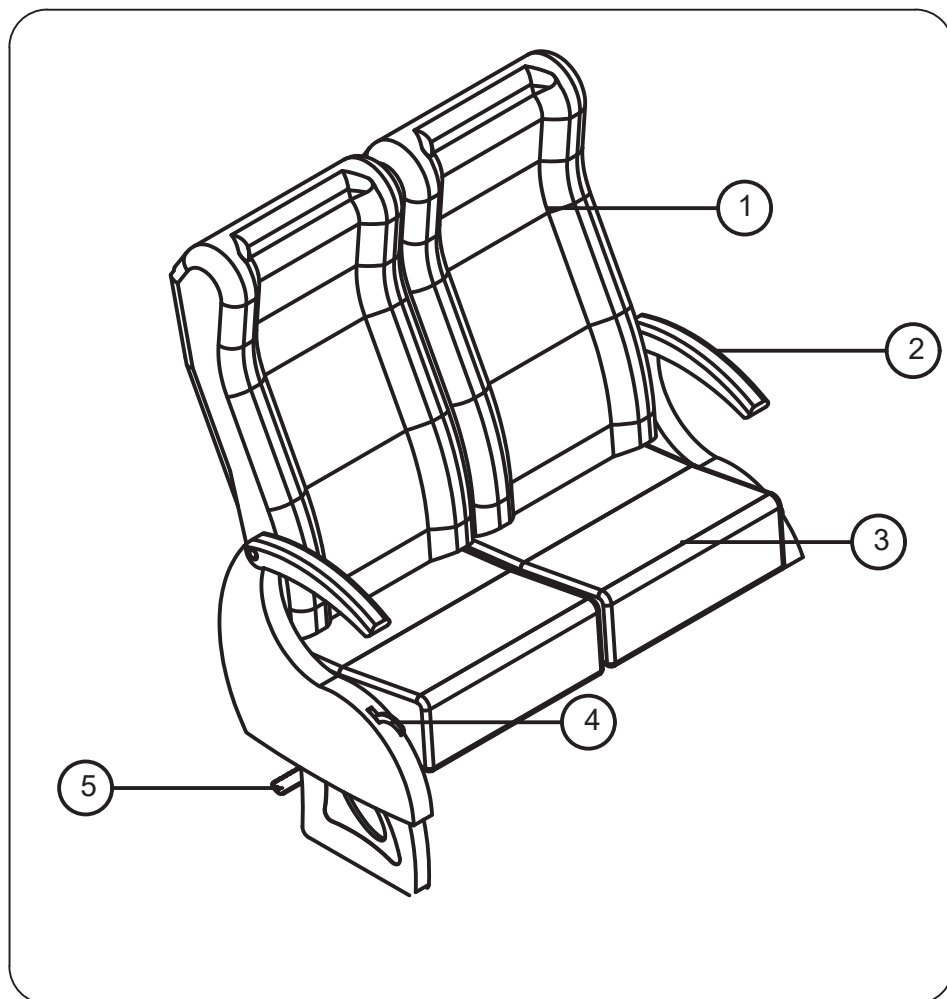
#### ATENCIÓN



Evite realizar modificación de las posiciones cuando el vehículo esté en movimiento.

## ASIENTOS

### ASIENTO DE PASAJEROS



1. Espaldar

2. Apoya brazos

3. Base del asiento

4. Palanca de inclinación

5. Apoya pies

#### IMPORTANTE



Revise el ajuste de los anclajes de los asientos cada seis meses.

#### OBSERVACIÓN



El tipo de asiento dependerá de los requerimientos del cliente.

## ASIENTOS

### LIMPIEZA Y CUIDADO DE LOS ASIENTOS

Para la limpieza general del revestimiento de los asientos, emplee agua y jabón neutro. En caso de manchas difíciles de eliminar utilice un disolvente en cantidades bajas aplicando de manera circular con pequeños toques.

#### AVISO



Lubrique los mecanismos móviles de los asientos mensualmente.

#### AVISO



Reajuste los mecanismos de los asientos cada seis meses.

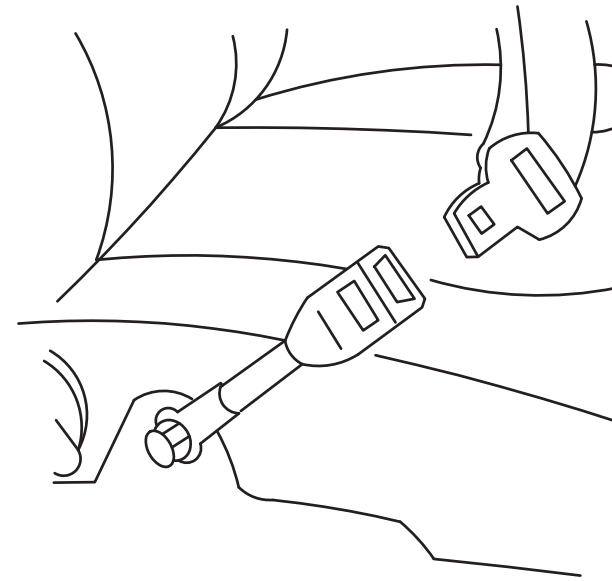
### CINTURÓN DE SEGURIDAD

Tanto el asiento del conductor como del acompañante están provistos de cinturones de seguridad de tres puntos autotensables, verifique su funcionamiento antes de ponerse en marcha.

#### IMPORTANTE



Siempre utilice el cinturón de seguridad.



*Detalle cinturón de seguridad*

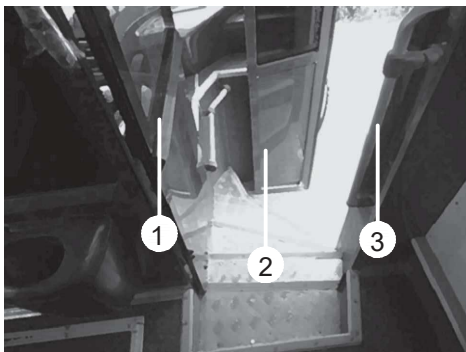
#### IMPORTANTE



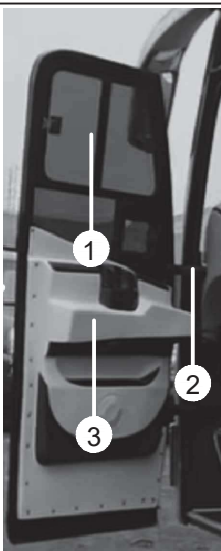
Revise el correcto enganche del mecanismo.

## PUERTAS

### PUERTAS DE SERVICIO





1. Puerta de separación  
2. Puerta principal  
3. Pasamanos





1. Ventana del conductor.  
2. Bisagra  
3. Porta vasos

**AVISO**   
Lubrique las bisagras de las puertas mensualmente.

**AVISO**   
Lubrique y mantenga desobstruido el mecanismo de apertura de la puerta principal mensualmente.

**AVISO**   
Ajuste las bases de los pasamanos cada tres meses.

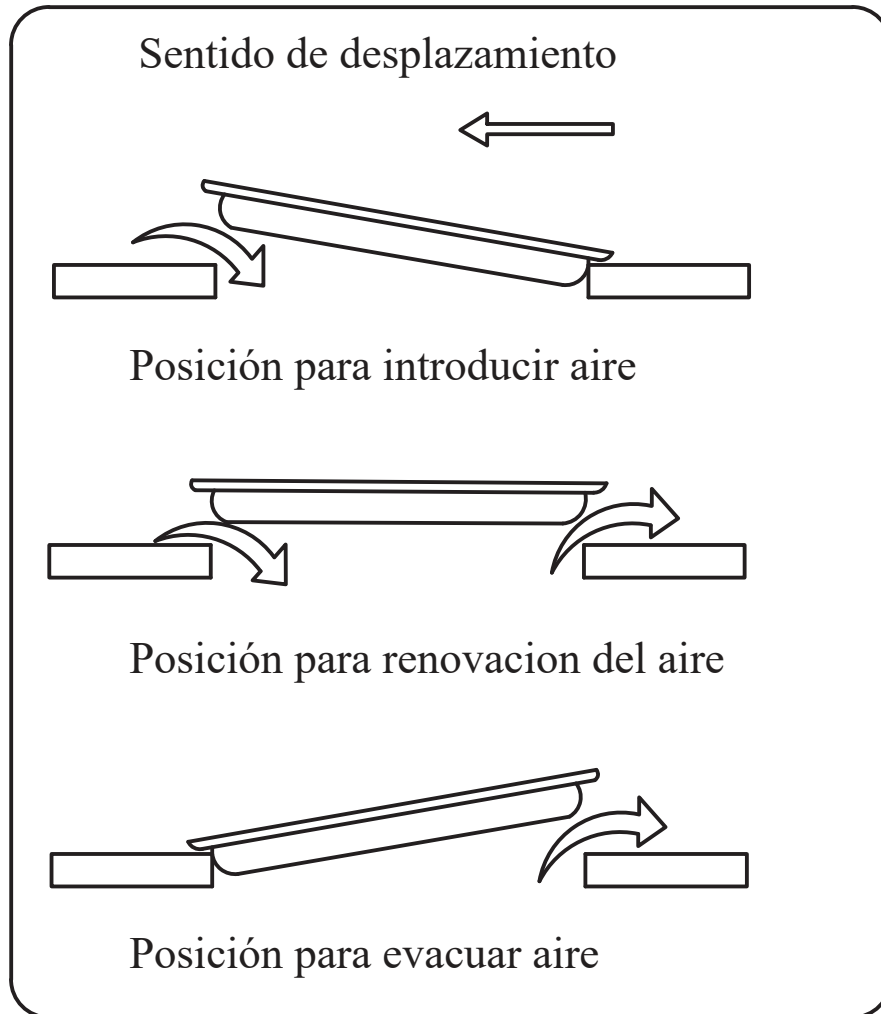
**OBSERVACIÓN**   
Para sustituir la cerradura de la puerta principal y del conductor debe ser retirado el recubrimiento interno.

**ATENCIÓN**   
Esta expresamente prohibido circular con las puertas abiertas, ya que podrían generar accidentes, y daños a los sistemas de apertura.

## ESCOTILLAS

### CLARABOYAS

Las claraboyas cuentan con tres distintas posiciones para la entrada y salida de aire.



### AVISO

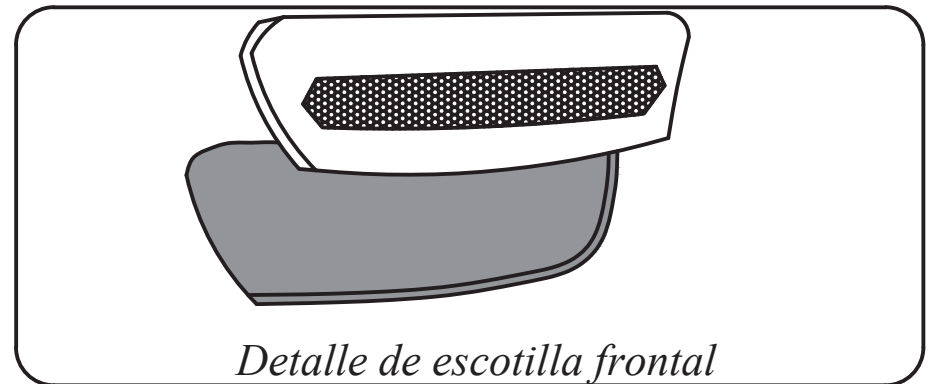


Lubrique los mecanismos de apertura mensualmente.

### NOTA

Los mecanismos pueden atascarse debido a la inutilización por largos periodos de tiempo.

### ESCOTILLA FRONTAL



### AVISO

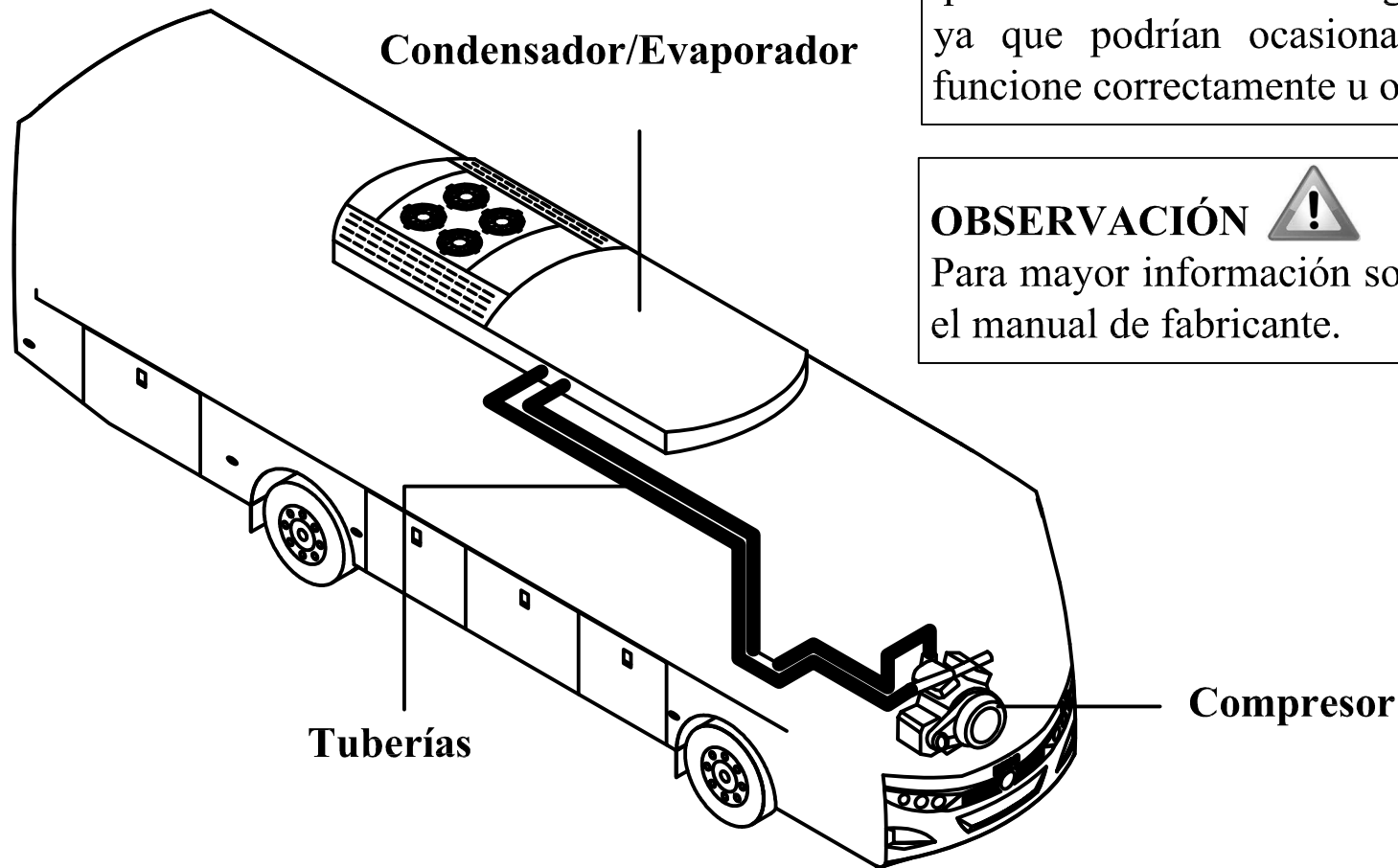


Lubrique los mecanismos de apertura mensualmente.

### CONTROLES DE AIRE ACONDICIONADO

El control del sistema se encuentra ubicado al costado del tablero del conductor.

Mediante las teclas  $\Delta$ / $\nabla$  puede regular la temperatura requerida de la unidad.



### IMPORTANTE








La calibración del sistema esta realizada por el fabricante para que entregue un clima confortable para el usuario. Por este motivo es aconsejable que no se alteren las configuraciones establecidas ya que podrían ocasionar que el sistema no funcione correctamente u ocasionar algún daño.

### OBSERVACIÓN

Para mayor información sobre el equipo consulte el manual de fabricante.

### Panel del sistema de calefacción



-  Tecla de encendido y apagado
-  Tecla de disminución
-  Tecla de aumento
-  Tecla refrigeración
-  Tecla de renovación de aire
-  Tecla de ventilación
-  Tecla de acondicionamiento automático

### MANTENIMIENTO DEL EQUIPO POR FRECUENCIA

#### Mensual

- Compruebe y/o ajuste de la tensión de las correas del compresor.
- Revise el nivel de aceite del compresor.
- Revise el sistema en busca de posibles fugas.
- Limpie los electroventiladores.
- Limpie el filtro de retorno de aire.

#### Trimestral

- Compruebe y/o ajuste la bases de fijación del compresor.
- Compruebe el funcionamiento de los electroventiladores.
- Compruebe el funcionamiento de relés del sistema.

#### Semestral

- Limpie las aletas de los serpentines del condensador y evaporador.

#### OBSERVACIÓN

Para limpiar los serpentines utilice agua y jabón neutro, ya que otros productos podrían corroerlas.

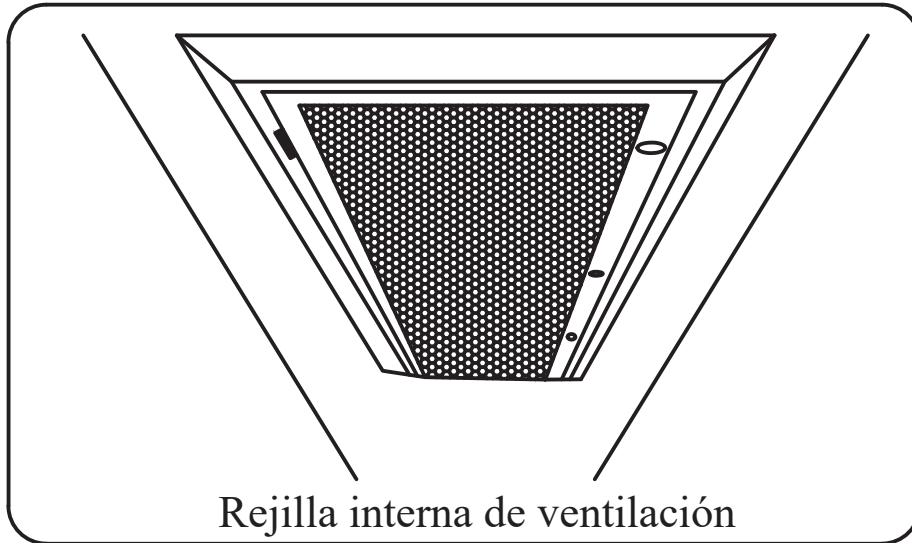
#### AVISO

Inspeccione que las correas no estén desgastadas, no tengan trizaduras o estén cubiertas de algún aceite, ya que esto puede afectar el rendimiento del sistema.



## SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

### FILTRO DE RETORNO DE AIRE



### Limpieza de filtro de ventilación

- Abra con la llave la rejilla de ventilación interna ubicada en el salón de pasajeros.
- Remueva el filtro.
- Lave el filtro de con agua y jabón neutro.
- Seque a exposición del sol.

- Ubique nuevamente el filtro en posición.
- Cierre y asegure la rejilla.

### IMPORTANTE

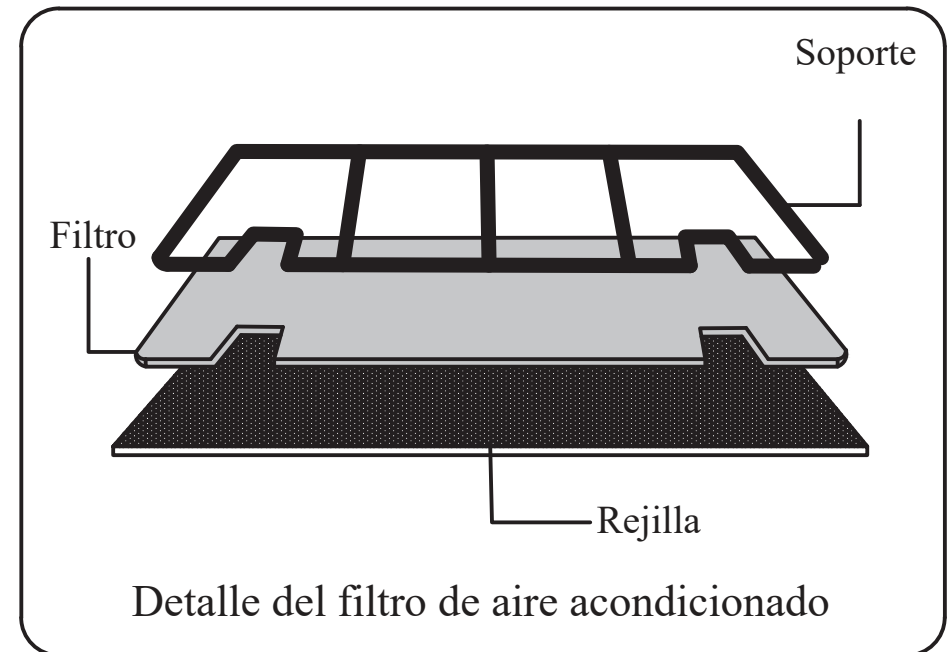


Verifique que la rejilla este bien asegurada para evitar accidentes.

### AVISO

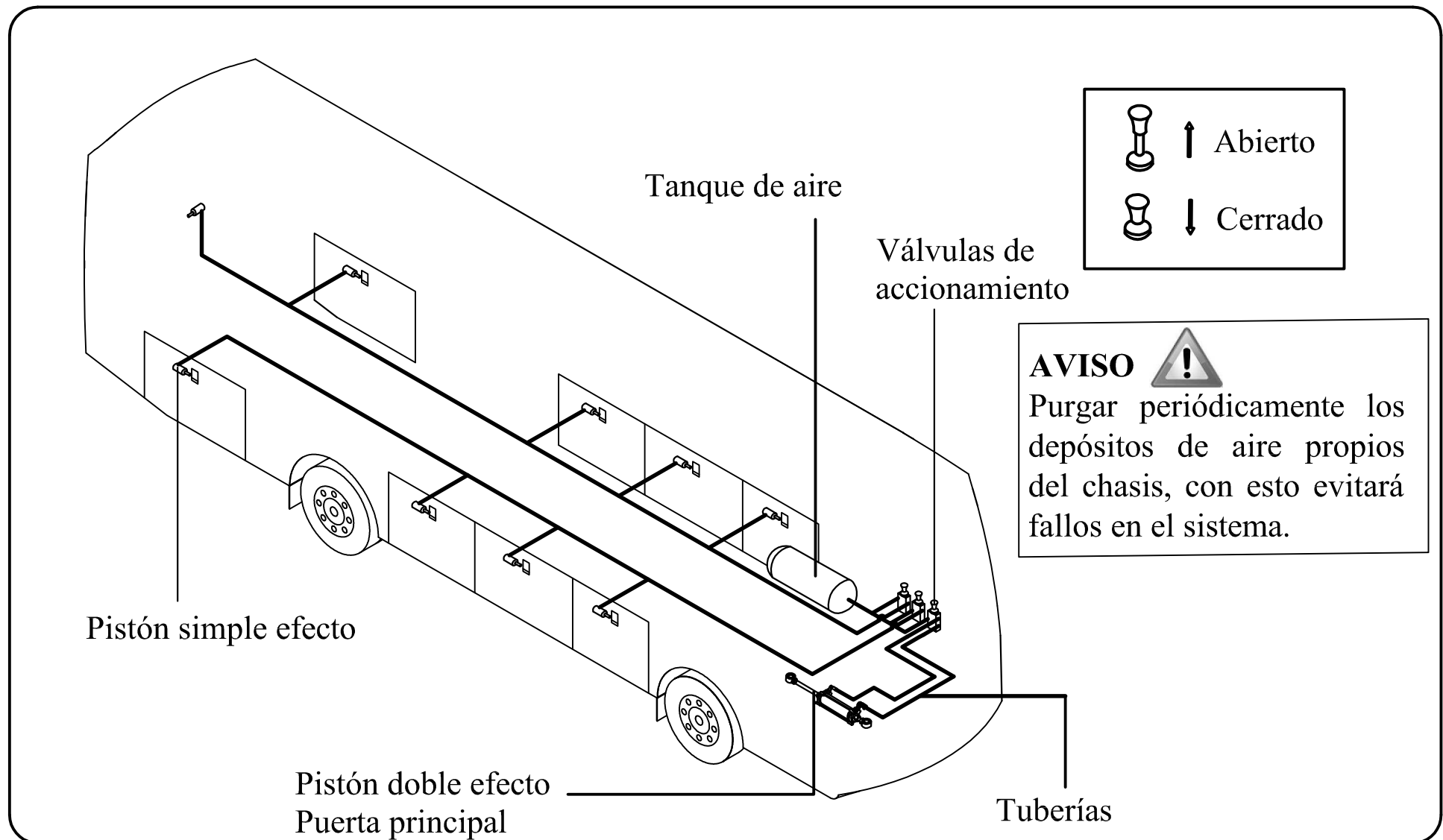


Mantenga lubricada las bisagras de la rejilla.



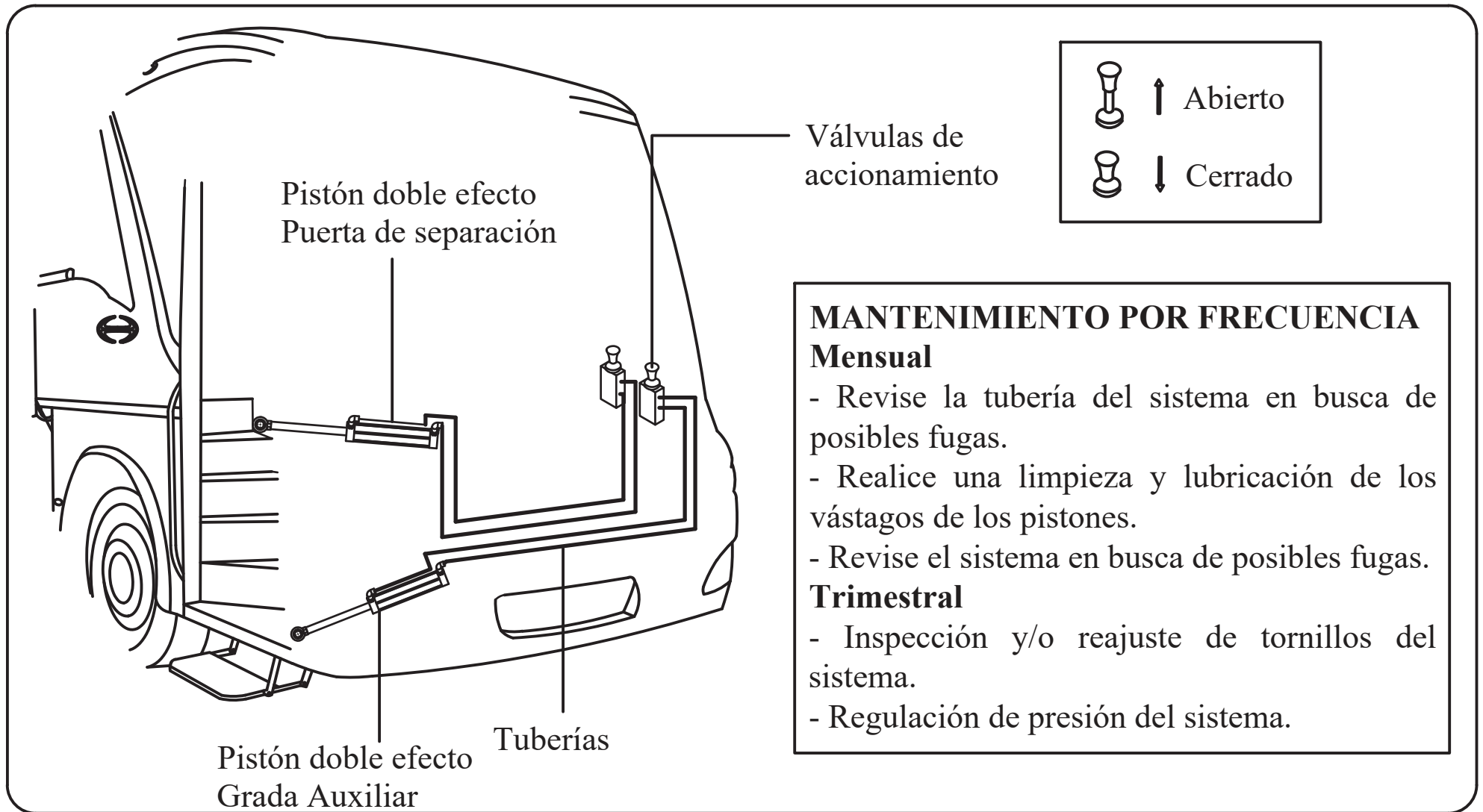
# SISTEMA NEUMÁTICO

## SISTEMA NEUMÁTICO DE LA PUERTA PRINCIPAL Y BLOQUEO DE BODEGAS

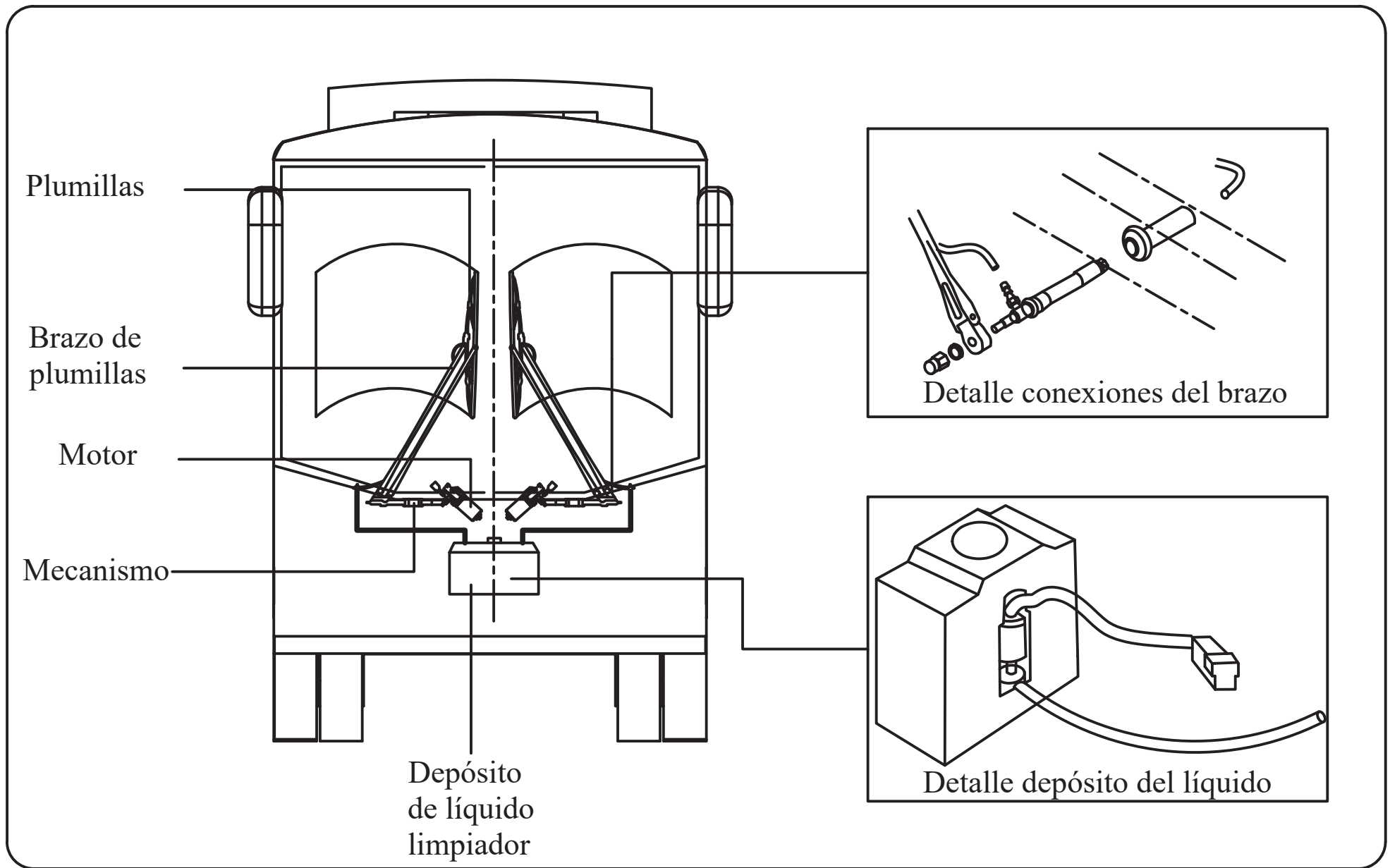


## SISTEMA NEUMÁTICO

### SISTEMA NEUMÁTICO DE PUERTA DE SEPARACIÓN Y GRADA AUXILIAR



# SISTEMA DE LIMPIA PARABRISAS



## SISTEMA DE LIMPIA PARABRISAS

### MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

#### ATENCIÓN



El sistema es muy importante para una conducción segura de la unidad, es por ese motivo que es indispensable que realice las siguientes actividades para mantenerlo en óptimas condiciones en situaciones adversas.

#### Brazo

Verifique el ajuste correcto trimestralmente.

#### Motor

Revise trimestralmente las conexiones eléctricas del sistema.

Cuando realice el lavado general de la unidad evite que el agua entre en contacto con el motor.

#### Mecanismo

Lubrique y/o reajuste el mecanismo mensualmente.

#### IMPORTANTE



Siga las recomendaciones sugeridas para evitar fallos en el motor.

#### Cañerías de líquido

Revisar las conexiones trimestralmente y verificar que no exista fugas.

#### Deposito de líquido

Verifique y/o abastezca mensualmente el líquido limpiador.

#### Plumillas

Realice una inspección visual de la goma de las plumillas mensualmente.

#### NOTA



Un buen líquido limpiador aumenta la vida útil de las plumillas.

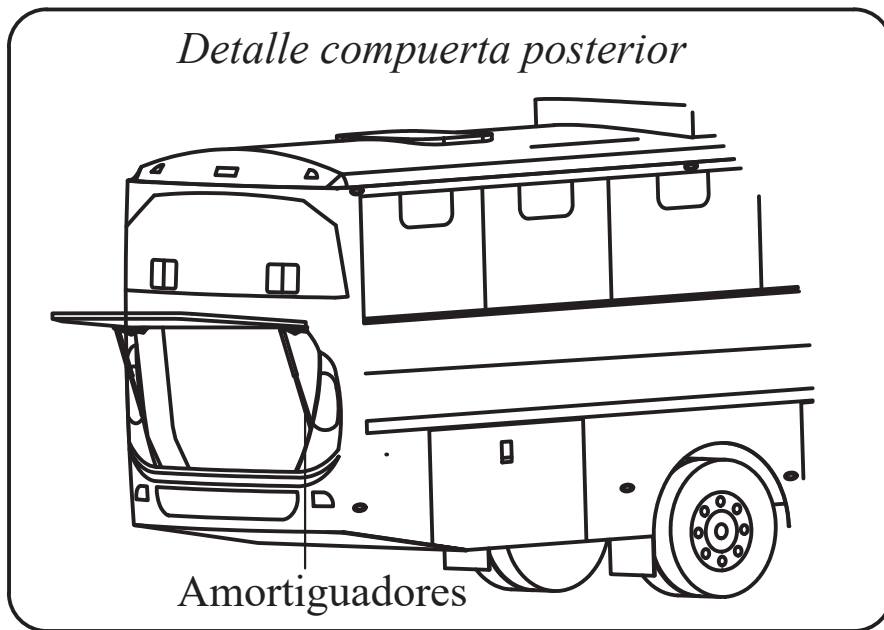
## PORTAEQUIPAJES

### PORTAEQUIPAJE

El sistema de portaequipajes cuenta con seguros neumáticos (ver sección de sistema neumático), importante cuando la unidad está en movimiento evitando su apertura accidental.

Para su desbloqueo debe accionar la válvula ubicada en el panel de control.


No es necesario emplear excesiva fuerza para el cierre de las compuertas.

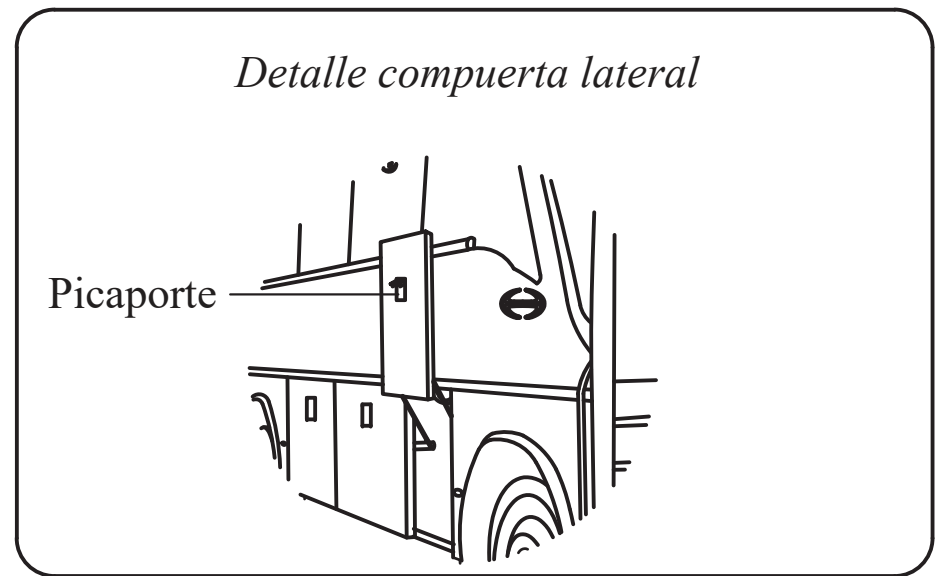


### Mantenimiento

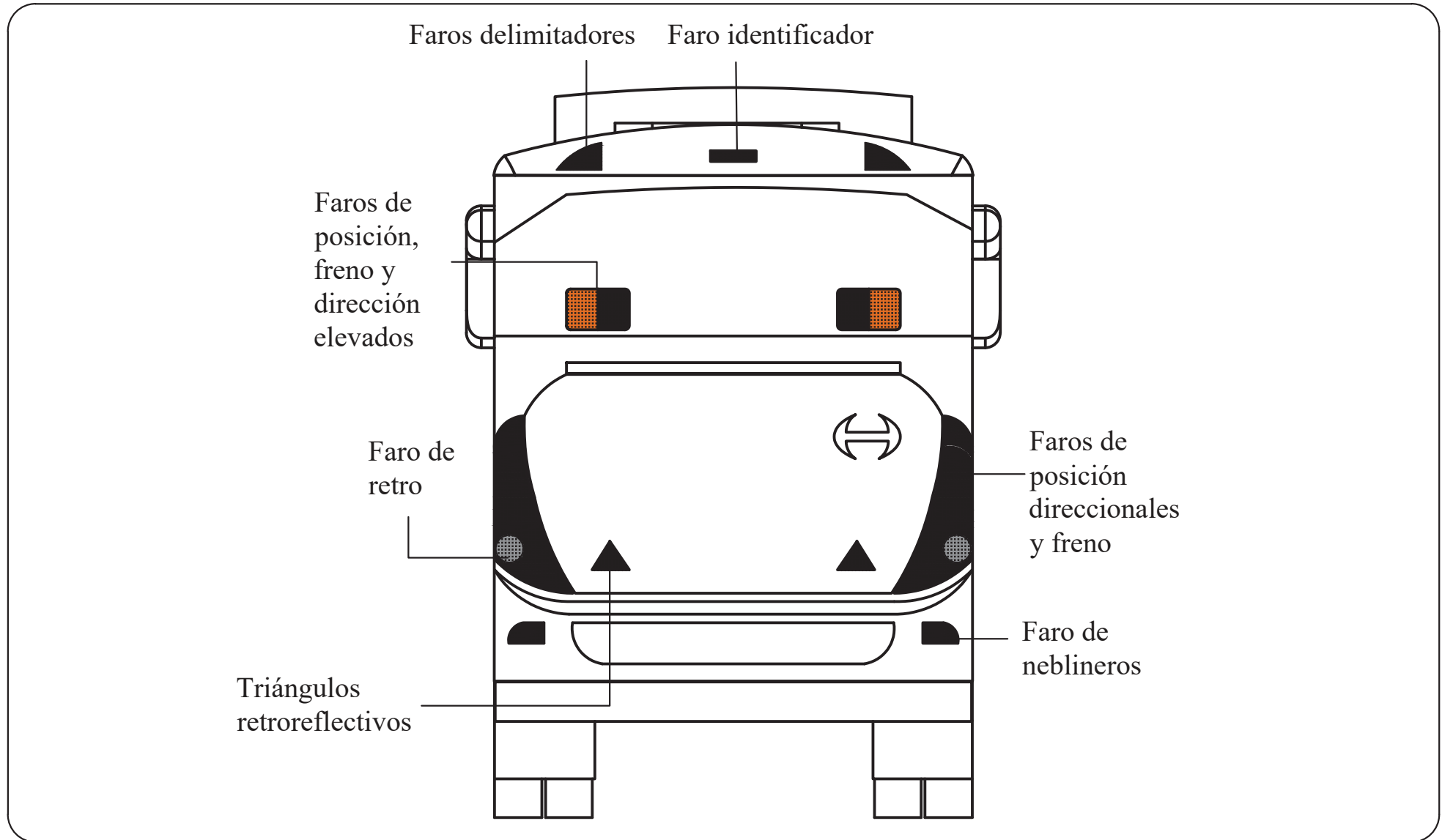
Limpie y lubrique los picaportes, mecanismo de apertura, bisagras (Puerta posterior y cajuelas pequeñas) y los amortiguadores de todas las compuertas mensualmente.

Inspeccione y/o reajuste los mecanismos de aperturas de compuertas mensualmente.

**IMPORTANTE**   
Evite golpear los vástagos del amortiguador, con esto evitara fugas del gas.

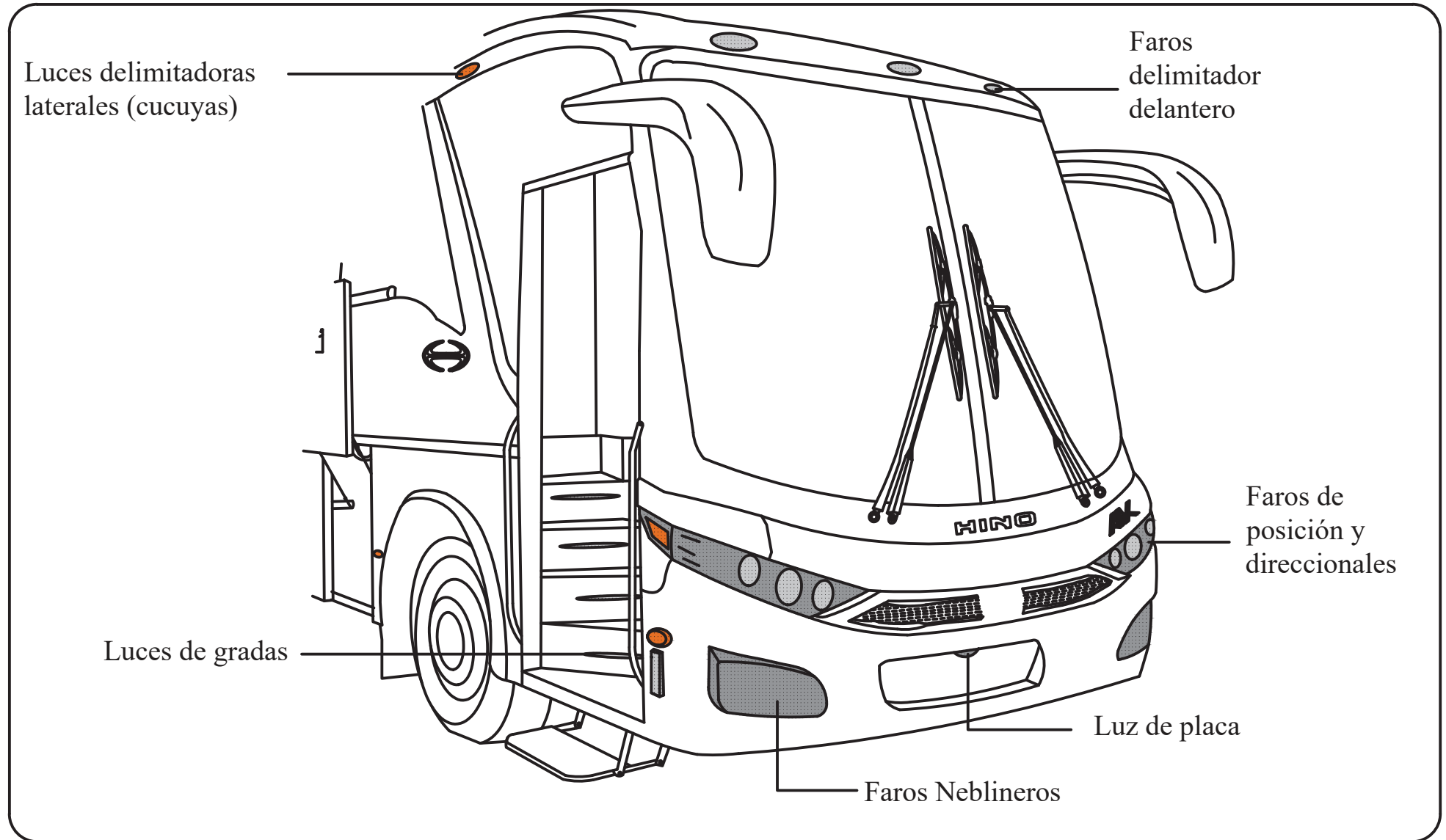


ILUMINACIÓN POSTERIOR



## SISTEMA ELÉCTRICO

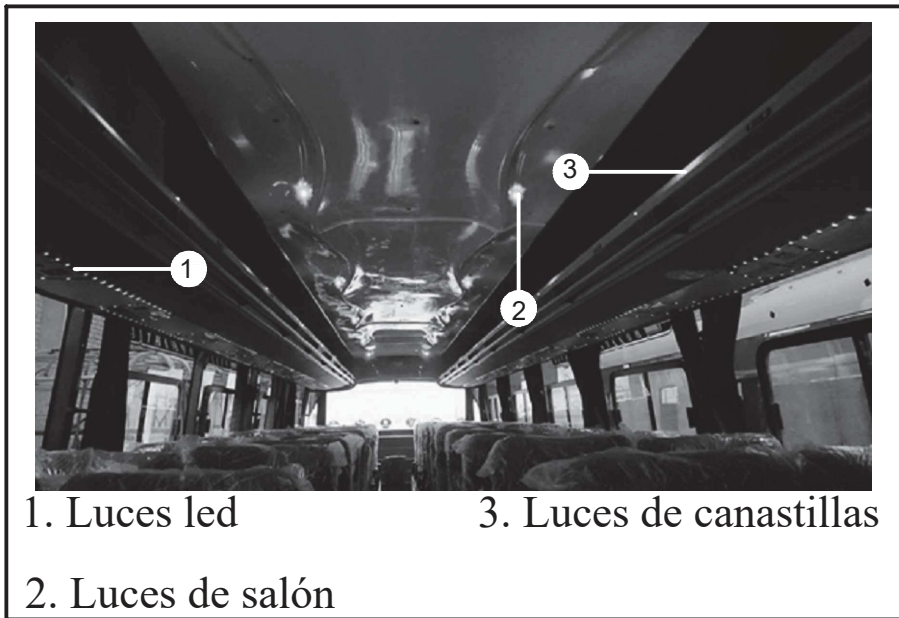
### ILUMINACIÓN FRONTAL Y LATERAL





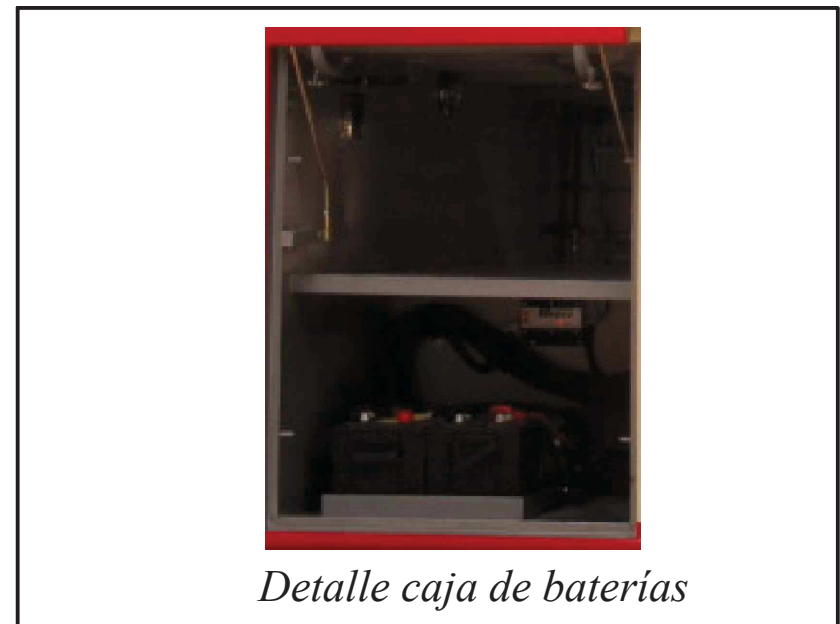
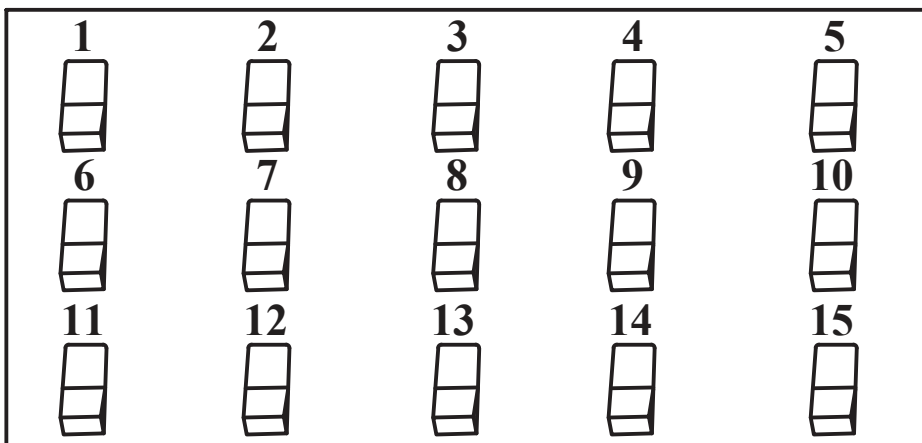
# SISTEMA ELÉCTRICO

## ILUMINACIÓN SALÓN DE PASAJEROS



- |                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| 1. Amplificador         | 9. Luces de Pasillo |
| 2. Televisor            | 10. Guías           |
| 3. Radio                | 11. Rutero          |
| 4. Ventiladores         | 12. Cámara          |
| 5. Luces cucuyas        | 13. Plumas          |
| 6. Luces de bodegas     | 14. Retro           |
| 7. Luces de canastillas | 15. Auxiliar        |
| 8. Luces de gradas      |                     |

## INTERRUPTORES



## SISTEMA ELÉCTRICO

El sistema eléctrico es uno de los más importantes para el funcionamiento de varios sistemas que comprenden la carrocería, es por ese motivo que el mantenimiento y cuidado de este sistema es vital, aumentando su disponibilidad, evitando fallos y accidentes que pueden llegar a ser fatales .

### BATERÍA

#### ATENCIÓN



Para la manipulación de la batería utilice guantes y gafas ya que contienen componentes químicos que pueden causar quemaduras.

#### IMPORTANTE



Revise el nivel del líquido de batería mensualmente, si es necesario completarlo con agua destilada.

Inspeccione los terminales, si están sulfatados limpiarlos con un paño humedecido.

### CABLEADO

#### IMPORTANTE



Inspeccione el cableado de todos los sistemas cada seis meses, para una reparación de cualquier sistema desconecte la fuente de alimentación.

Si existen cables sueltos en las uniones, colóquelo en su posición correspondiente.

Si existen cables rotos o fisurados realice los empalmes requeridos y aislelos completamente.

### FUSIBLES

#### AVISO



Siempre que exista un fallo en el sistema eléctrico se debe empezar por los fusibles.

#### IMPORTANTE



Revise cada dos meses el posicionamiento correcto del fusible y su funcionamiento, si es necesario cambiarlo.

## SISTEMA ELÉCTRICO

---

### **AVISO**



Una de las causas que pueden provocar un incendio en la carrocería del autobús es por la falta de mantenimiento del sistema eléctrico.

### **ILUMINACIÓN INTERNA Y EXTERNA**

### **AVISO**



Si los faros presentan decoloraciones amarillentas sustitúyalos ya que impiden una eficiente iluminación.

Cuando sustituya un bombillo asegúrese que sea el mismo modelo del que está instalado.

### **IMPORTANTE**



Antes de movilizarse con la unidad verifique el funcionamiento de todo el sistema de iluminación.

### **RUTERO ELECTRÓNICO**

Es de fácil utilización, tiene capacidad de almacenar hasta 30 mensajes.

### **IMPORTANTE**



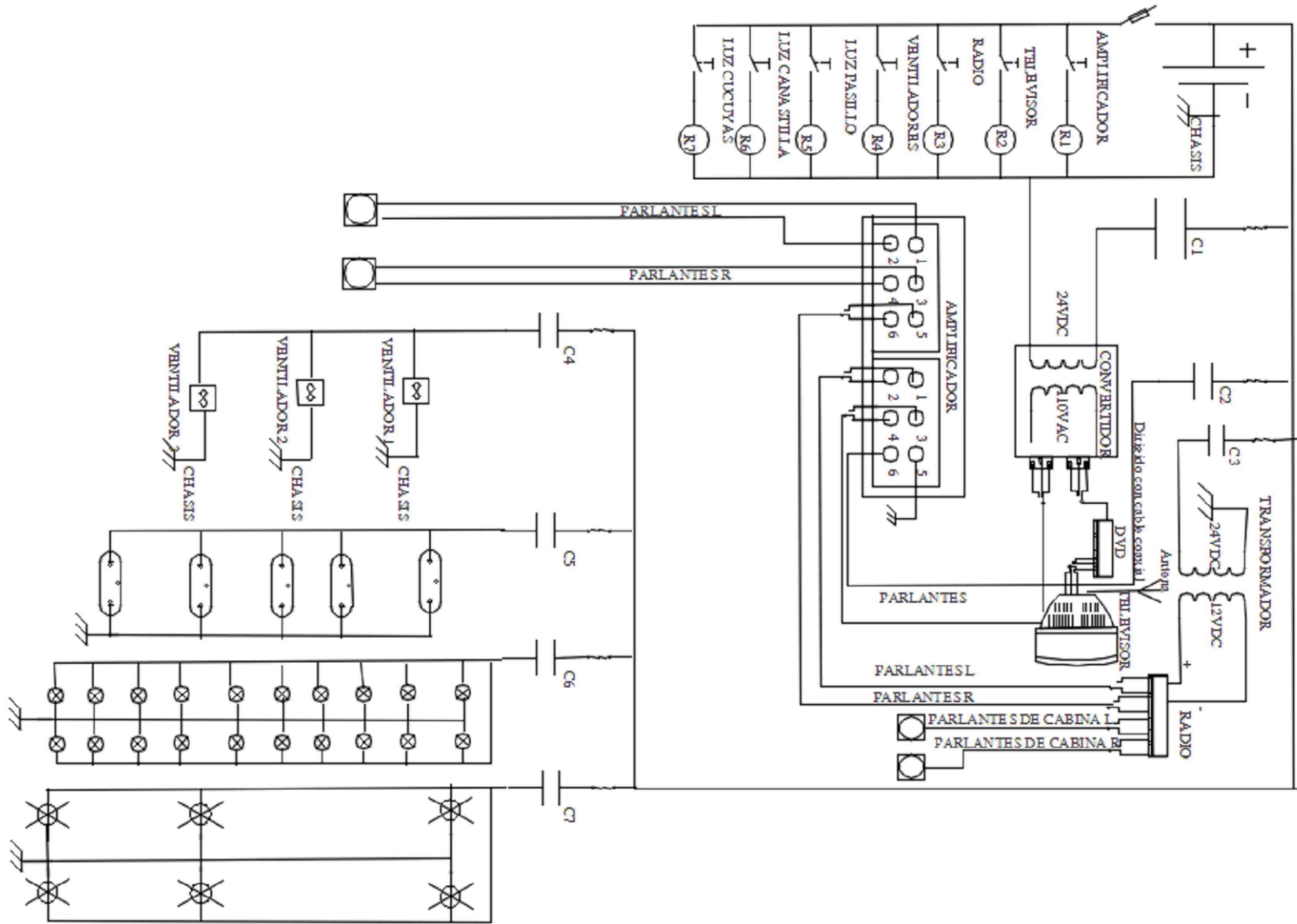
Elimine los mensajes innecesarios, evitado el congestionamiento del sistema.

### **SISTEMA DE VIGILANCIA**

Para la limpieza del monitor y la cámara utilice un paño, no aplicar fuerza excesiva en la limpieza, ya que los elementos son frágiles.

# SISTEMA ELÉCTRICO

## DIAGRAMA ELÉCTRICO

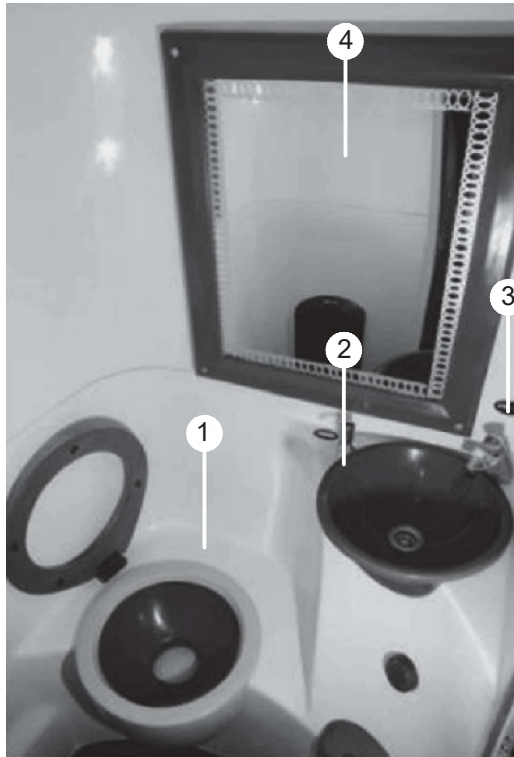


## CABINA SANITARIA

### **OBSERVACIÓN**

La incorporación de este sistema es opcional de acuerdo a los requerimientos del cliente.

*Detalle de la cabina sanitaria*



1. Inodoro

3. Grifo

2. Lavatorio

4. Espejo

### **ANTES DEL RECORRIDO DE UNA RUTA**

- Verifique que el tanque de desechos esté perfectamente cerrados.
- Precargue los depósitos de agua.
- Abastezca los dispensadores de jabón.
- Provisione de papel al dispensador.
- Verifique el funcionamiento de los sistemas eléctricos y neumáticos.

### **OBSERVACIÓN**

La cabina esta provista con extractores de olores que son activados al encendido de la iluminación de la cabina.

Al encender la luz interna de la cabina automáticamente se enciende la luz externa indicando que está siendo utilizada.

## CABINA SANITARIA

### **IMPORTANTE**

No echar en el sanitario papeles u objetos, estos pueden obstruir las cañerías de desevacuación.

### **OBSERVACIÓN**

El sanitario y lavadero son accionados neumáticamente.

### **IMPORTANTE**

No utilizar el baño con la unidad apagada ya que el compresor no está trabajando esto puede causar fallos en el sistema.

### **IMPORTANTE**

El agua del grifo no es bebible.

### **MANTENIMIENTO DESPUÉS DE CADA VIAJE**

Descargar el depósito de desecho en un colector de aguas negras.

Limpiar todos los elementos de la cabina con agua y productos químicos desinfectantes.

Utilizar desodorantes para baños.

### **BOMBA HIDRÁULICA**

Mantenga siempre abastecido los depósitos de agua ya que la bomba puede llegar a quemarse.

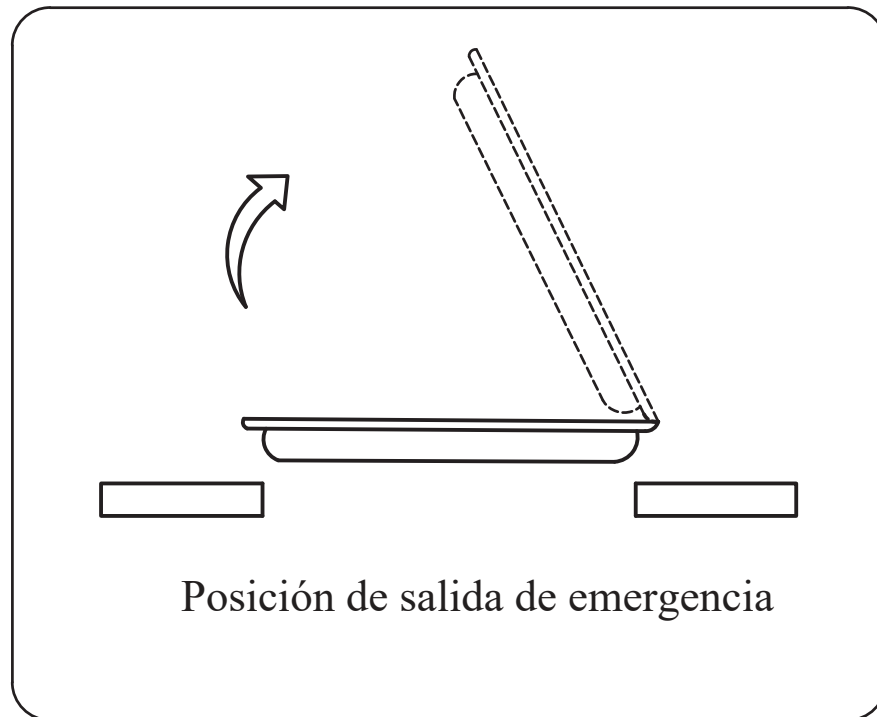
## SALIDAS DE EMERGENCIA

### SALIDA DE EMERGENCIA DE CLARABOYAS

En caso de emergencia siga los siguientes pasos:

#### Para su apertura:

- Posicione la claraboya en totalmente abierta.
- Retire los seguros de las claraboyas.
- Empuje la tapa hacia arriba.



#### Para su restablecimiento:

- Coloque la tapa en posición sobre los soportes.
- Hale la tapa hacia abajo.
- Verifique su correcto anclaje y funcionamiento.
- Restablezca los seguros.

### MARTILLO DE EMERGENCIA

- Retire los seguros.
- Sujetar por el mango y golpear el vidrio con la parte puntiaguda.



## LIMPIEZA DE LA CARROCERÍA

### LIMPIEZA EXTERNA

Para proteger y conservar la pintura es necesario lavarla y pulirla, la frecuencia dependerá de las condiciones ambientales a las que se sometió y el tiempo de utilización.

Para su limpieza utilice agua, jabón neutro o productos especiales como champú, puede ayudarse de escobillas de cerdas suaves que no rayen la pintura, no aplicar solventes o productos abrasivos que pueden dañar los recubrimientos.

La aplicación de pulimento sobre la carrocería es aconsejable realizarla cada seis meses.

#### **IMPORTANTE**

No tirar agua a presión en partes donde se encuentren elementos eléctricos como faroles, motores, etc.

### LIMPIEZA INTERNA

Para la limpieza interior del tablero, cajuelas interiores y demás partes plásticas solo es necesario de la utilización de esponja o un paño humedecido.

#### **IMPORTANTE**

No utilizar fuerza excesiva para la limpieza en elementos frágiles.

Para la limpieza del piso utilizar un paño humedecido en agua con detergente o jabón.

La limpieza de vidrios se puede realizar con agua, jabón o productos limpiadores especiales, paño y papel.

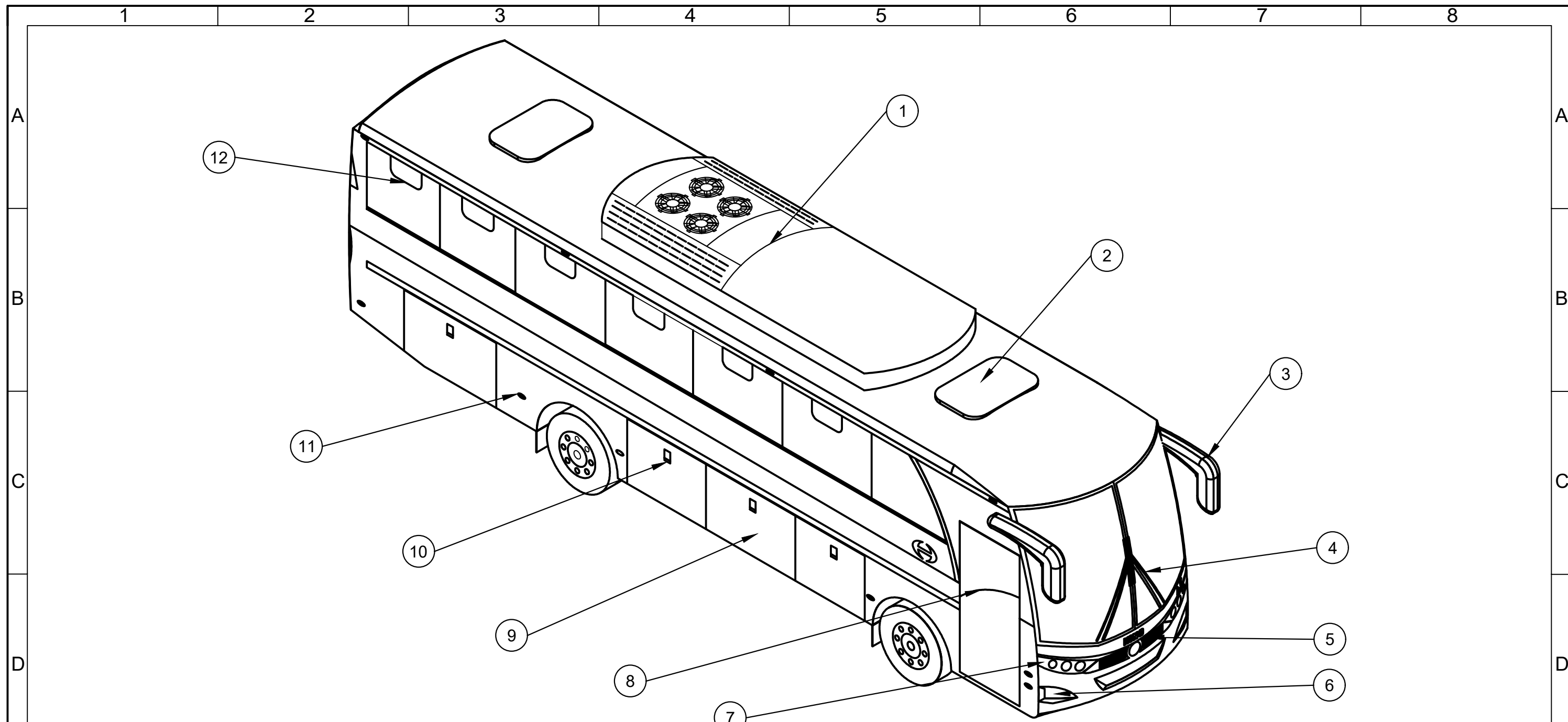
#### **IMPORTANTE**

Para que el mantenimiento se realice de una manera controlada y eficiente siga las actividades propuestas en las gamas de mantenimiento.



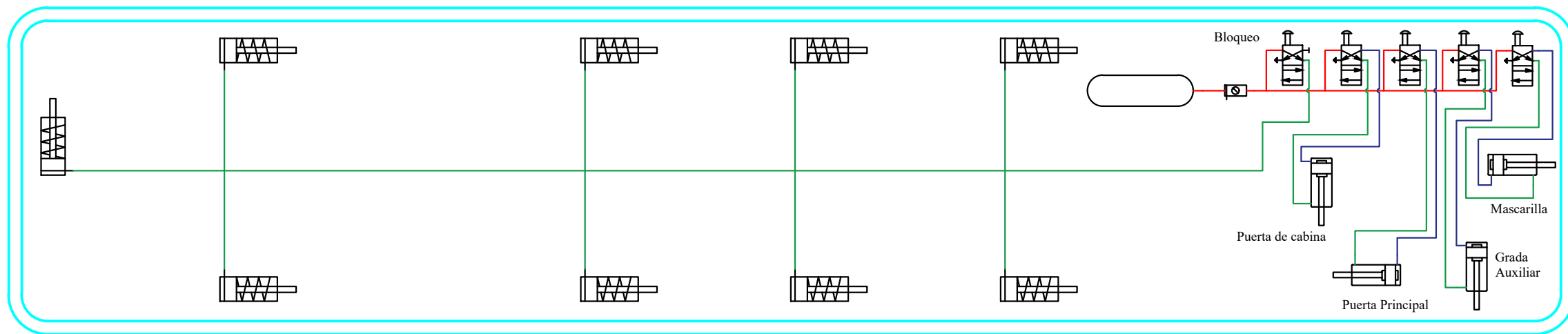
**ANEXO 4**

**PLANOS**



12	Ventanas	NTE INEN 1669	Varios	12		Construido
16	Luces delimitadoras laterales	NTE INEN 1155	Policarbonato	11		Construido
8	Chapas de seguridad		ASTM A36	10		Construido
8	Bodegas	NTE INEN 1323	ASTM A653	9		Construido
1	Puerta principal	NTE INEN 1668	Varios	8		Construido
2	Faros delanteros	NTE INEN 1155	Policarbonato	7		Construido
4	Neblineros	NTE INEN 1155	Policarbonato	6		Construido
1	Escotilla de ventilación	NTE INEN 1668	Fibra de vidrio	5		Construido
2	Limpia parabrisas		Varios	4		Construido
2	Retrovisores externos		Varios	3		Construido
2	Claraboyas	NTE INEN 1668	Varios	2		Construido
1	Sistema de aire acondicionado	NTE INEN 1668	Varios	1		Construido
No. de pieza	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de orden	No. del modelo o semiproducto	Observaciones

Tolerancia:		Peso:		Material:	
±0.1		11000 kg		<b>Varios</b>	
Fecha		Nombre		Título:	
Dibujó: 05/06/2017		Tirado Juan		Diseño Exterior	
Revisó: 05/06/2017		Ing. Gustavo Patín		Escala:	
Aprobó: 05/06/2017		Ing. Gustavo Patín		1:50	
		U.T.A.		No. Lámina:	
		INGENIERIA MECANICA		01 de 03	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	(sustitución)	
				Registro:	



Simbología	
	Azul - Abre
	Verde - Cierra
	Rojo - Presión
	Cilindro doble efecto
	Cilindro simple efecto
	Deposito de aire
	Unidad de mantenimiento
	Válvula 1/2

				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0.1		<b>Varios</b>	
					Fecha	Nombre	Título:
					Dibujó: 05/06/2017	Tirado Juan	Sistema neumático
					Revisó: 05/06/2017	Ing. Gustavo Patín	
					Aprobó: 05/06/2017	Ing. Gustavo Patín	
					<b>U.T.A.</b>		No. Lámina:
					<b>INGENIERIA MECANICA</b>		02 de 03
							(sustitución)
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				Registro:

1 2 3 4 5 6 7 8

A

A

B

B

C

C

D

D

E

E

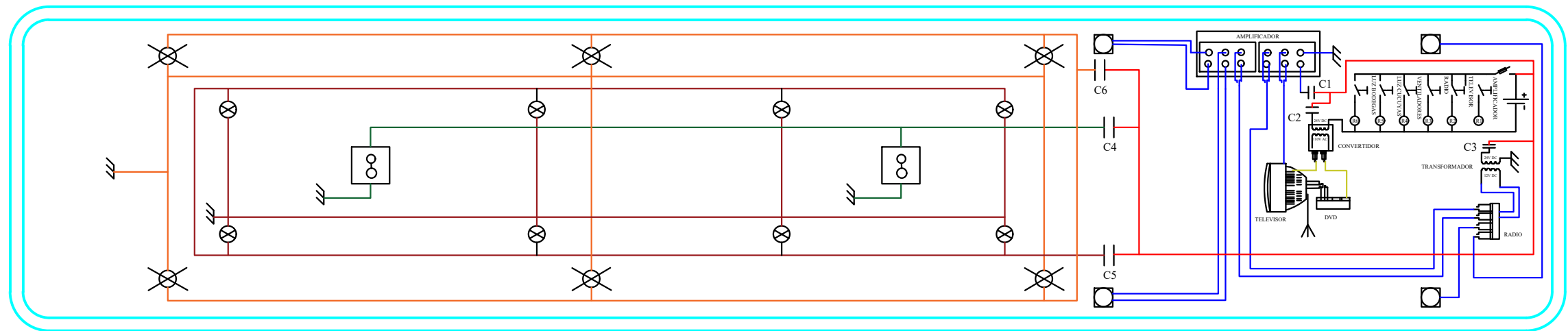
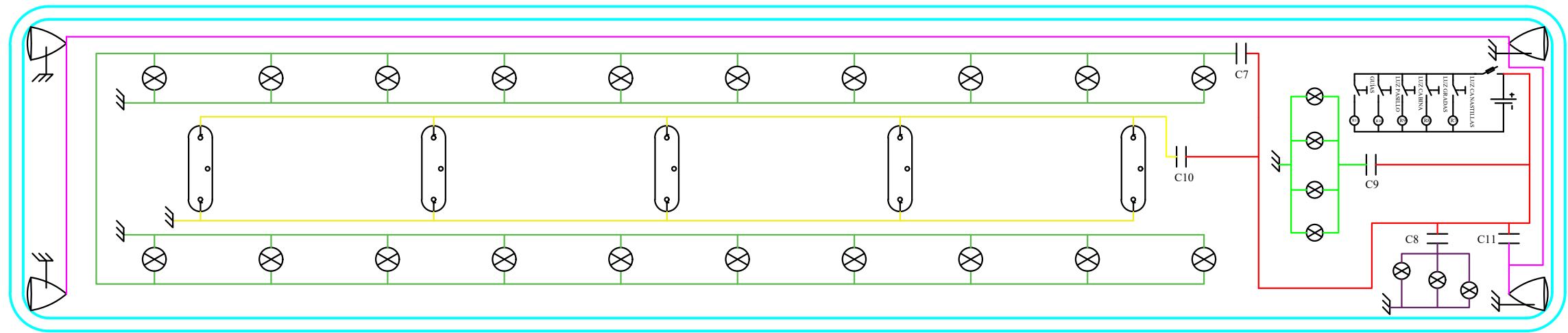
F

1

2

3

4



Simbología	
	Antena
	Condensador
	Cucuyas
	Faro
	Interruptor
	Interruptor con fusible
	Lámpara fuorecente
	Lámpara incandecente
	Parlante
	Relé
	Tierra
	Ventilador

Código de colores	
	Alimentación
	Guías
	Luz de Cabina
	Luz de Canastillas
	Luz de Cucuyas
	Luz de Gradas
	Luz de Pasillo
	Luz Vodegas
	Sonido
	Ventiladores
	Video

				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0.1		<b>Varios</b>	
				Fecha	Nombre	Título:	
				Dibujó: 05/06/2017	Tirado Juan	Sistema eléctrico	
				Revisó: 05/06/2017	Ing. Gustavo Patín	Escala:	
				Aprobó: 05/06/2017	Ing. Gustavo Patín	1:40	
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		No. Lámina:	Registro:
						03 de 03	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	(sustitución)			