

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“Análisis de fallas mecánicas para mejorar la disponibilidad operativa de las
unidades de transporte minero en Anglo American Quellaveco”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

AUTOR:

Bach. Mendoza López, César Orville

ASESOR:

Ing. Msc. Risco Ojeda, Rusber Alberto

Código ORCID: 0000-0003-0194-169X

Chimbote – Perú
2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA

CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

La presente tesis para Título ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando en cuadro dentro de las áreas y líneas de investigación conforme el reglamento general para obtener el Título profesional en la Universidad Nacional del Santa de acuerdo con la denominación siguiente:

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Mecánico

**“ANÁLISIS DE FALLAS MECÁNICAS PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD
OPERATIVA DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE MINERO EN ANGLO
AMERICAN QUELLAVECO”**

Autores:

Bach. Mendoza López, César Orville

Msc. Rusber A. Risco Ojeda
COD. ORCID. 000-0003-0194-169X
DNI:32903454
ASESOR



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA

CARTA DE CONFORMIDAD DEL JURADO

El presente trabajo tesis titulado "ANÁLISIS DE FALLAS MECÁNICAS PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD OPERATIVA DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE MINERO EN ANGLO AMERICAN QUELLAVECO", para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico, presentado por el bachiller: **Mendoza López César Orville**, con código de matrícula N° 0201616050, que tiene como asesor al Ing. Msc. Rusber Alberto Risco Ojeda, según R.D. N°740-2023-UNS-FI. Ha sido revisado y aprobado el día 23 de mayo del 2025 por el siguiente jurado evaluador, designado mediante la resolución N°120-2025-UNS-CFI. Revisado y evaluado por el siguiente jurado evaluador.



Msc. Escalante Espinoza, Nelder Javier
COD. ORCID. 000-0001-8586-3021
DNI:32763819
PRESIDENTE



Msc. Iparraguirre Lozano, Arquímedes
COD. ORCID. 0000-0002-1132-7688
DNI:32766219
SECRETARIO



Msc. Risco Ojeda Rusber Alberto
COD. ORCID 0000-003-0194-169X
DNI:32903454
INTEGRANTE



ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los veintitrés días del mes de mayo del año dos mil veinticinco, siendo las 10:30 am., En el Laboratorio de Uso Múltiple de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica-FI-UNS, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución N° 120-2025-UNS-CFI, y de expedito según Resolución Decanal N° 224-2025-UNS-FI integrado por los docentes **Msc. Nelver Javier Escalante Espinoza (presidente)**, **Msc. Arquimedes Iparraguirre Lozano (secretario)** y el **Msc. Rusber Albero Risco Ojeda (Integrante)**, para dar inicio a la sustentación de la Tesis titulada: "**ANÁLISIS DE FALLAS MECANICAS PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD OPERATIVA DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE MINERO EN ANGLO AMERICAN QUELLAVECO**", perteneciente al bachiller: **MENDOZA LOPEZ CESAR ORVILLE con código de matrícula N°0201616050**, quien fue asesorado por el Msc. Rusber Alberto Risco Ojeda, según Resolución Decanal N.º 740-2023-UNS-FI.

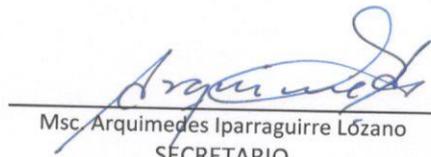
El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, vigente, declaran aprobar:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
MENDOZA LOPEZ CESAR ORVILLE	18	BUENO

Siendo las 11:00 a m del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, mayo 23 de 2025


Msc. Nelver Javier Escalante Espinoza
PRESIDENTE


Msc. Arquimedes Iparraguirre Lózano
SECRETARIO


Msc. Rusber Alberto Risco Ojeda
INTEGRANTE



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: CÉSAR ORVILLE MENDOZA LÓPEZ
Título del ejercicio: TRABJO
Título de la entrega: Análisis de fallas mecánicas para mejorar la disponibilidad op...
Nombre del archivo: IFT._Mendoza_L_pez_C_sar._13_02_2025.pdf
Tamaño del archivo: 2.85M
Total páginas: 151
Total de palabras: 39,400
Total de caracteres: 205,819
Fecha de entrega: 18-feb.-2025 10:40a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2592010601



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

Análisis de fallas mecánicas para mejorar la disponibilidad operativa de las
unidades de transporte minero Anglo American Quellaveco

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO

AUTOR:

- César O. Mendoza López

ASESOR:

- Msc. Rusber A. Risco Ojeda

Nuevo Chimbote – Perú, 2025

Análisis de fallas mecánicas para mejorar la disponibilidad operativa de las unidades de transporte minero Anglo American Quellaveco

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	docplayer.es Fuente de Internet	2%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
4	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Sergio Arboleda Trabajo del estudiante	<1%
6	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
7	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	nanopdf.com Fuente de Internet	<1%

9	eduardomartinezconalep183.wordpress.com	Fuente de Internet	<1 %
10	poz.unexpo.org	Fuente de Internet	<1 %
11	repositorioacademico.upc.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Universidad Cesar Vallejo	Trabajo del estudiante	<1 %
13	repositorio.ucv.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %
14	documents.tips	Fuente de Internet	<1 %
15	evoluzione6.blogspot.com	Fuente de Internet	<1 %
16	46.210.197.104.bc.googleusercontent.com	Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.unu.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universidad Ricardo Palma	Trabajo del estudiante	<1 %
19	dspace.unitru.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %
20	oldri.ues.edu.sv	Fuente de Internet	<1 %

21	repositoriotec.tec.ac.cr Fuente de Internet	<1 %
22	docplayer.com.br Fuente de Internet	<1 %
23	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %
24	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.upeu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	bibliotecas.ucasal.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.utelesup.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	C. Mileto, F. Vegas, V. Cristini. "Rammed Earth Conservation", CRC Press, 2019 Publicación	<1 %
30	revistas.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
31	www.mazdatres.com Fuente de Internet	<1 %

32	Submitted to Instituto Madrileno de Formacion Trabajo del estudiante	<1 %
33	Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote Trabajo del estudiante	<1 %
34	repositoriobibliotecas.uv.cl Fuente de Internet	<1 %
35	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
36	Submitted to ECCI Trabajo del estudiante	<1 %
37	doczz.com.br Fuente de Internet	<1 %
38	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
39	manualzz.com Fuente de Internet	<1 %
40	pdfcookie.com Fuente de Internet	<1 %
41	repositorio.ujcm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
42	repositorio.uni.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

43 repositoriodigital.corfo.cl

Fuente de Internet

<1 %

44 Submitted to Universidad Nacional del Centro
del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

45 doku.pub

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo

DEDICATORIA

A Dios, por demostrarme a lo largo de la vida que, si bien el camino puede ser duro, la predisposición que uno ponga en sus actos, logrará que se pueda realizar en su mente que no hay imposibles. Por ayudarme a afrontar los caminos que recorra siempre con optimismo. Por siempre tenerme bajo su bendición.

A mis padres Sonia López y Orville Mendoza, por darme el milagro de la vida y siempre brindarme su apoyo en cada paso que doy en mi camino profesional. Por criarme con los valores y principios correctos. Son mi motivo para sonreírle a la vida y mi más grande motivación.

A mis hermanos Alison y Jhonel, por hacerme parte de sus alegrías. Por brindarme la motivación que requiero para poder lograr mis metas trazadas y hacerme entender que no hay imposibles si uno lo desea con el corazón.

A mi pequeña Meredith, por acompañarme en aquellas noches donde uno sabe que se requieren más que solo palabras de ánimo.

A mi asesor Ing. Rusber, por el conocimiento brindado y la guía para poder llevar a cabo este informe.

ÍNDICE

I	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Realidad problemática.....	1
1.2.	Formulación del problema	2
1.3.	Objetivos de la investigación	2
1.3.1.	Objetivo general.....	2
1.3.2.	Objetivos específicos	2
1.4.	Formulación de hipótesis	3
1.5.	Justificación e importancia.....	3
II	MARCO TEÓRICO	5
2.1.	Antecedentes	5
2.1.1.	Antecedentes Nacionales	5
2.1.2.	Antecedentes Internacionales.....	7
2.2.	Marco Conceptual	9
2.2.1.	Definición de autobús	9
2.2.2.	Definición de mantenimiento.....	10
2.2.3.	Tipos de mantenimiento.....	10
2.2.4.	Falla mecánica	11
2.2.5.	Diagramas aplicados como herramienta	11
2.2.6.	Disponibilidad de equipos.....	12
2.2.7.	Descripción de los sistemas de funcionamiento de un autobús	14
2.2.8.	Análisis de Modo Efecto y Falla (AMEF).....	41
2.2.9.	Normativa de seguridad en transporte de personal	47
III	METODOLOGÍA.....	49
3.1.	Método de la investigación	49
3.2.	Diseño de la investigación.....	49
3.3.	Población y muestra	49
3.3.1.	Población.....	49
3.3.2.	Muestra	49
3.4.	Operacionalización de variables de estudio	50
3.5.	Técnica e instrumento de recolección de datos.....	51

3.6.	Técnica de análisis de resultados	51
3.7.	Generalidades de las unidades.....	53
3.7.1.	Autobús Volkswagen 17.260 OD	53
3.7.2.	Autobús Volvo B380R 4X2.....	54
3.7.3.	Autobús Scania K400IB 4X2.....	55
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
4.1.	Descripción de los equipos.....	57
4.2.	Disponibilidad operativa de las unidades previo al análisis de fallas	58
4.3.	Determinación de los subsistemas críticos por marca.....	62
4.3.1.	Subsistemas con mayor potencial de falla Scania K400IB.....	63
4.3.2.	Subsistemas con mayor potencial de falla Volvo B380R.....	65
4.3.3.	Subsistemas con mayor potencial de falla Volkswagen 17.260	68
4.4.	Determinación de causas de falla	72
4.5.	Tablas AMEF en subsistemas críticos por marca	72
4.5.1.	Tablas AMEF subsistemas críticos Scania K400IB 4x2	73
4.5.2.	Tablas AMEF subsistemas críticos Volvo B380R 4X2.....	86
4.5.3.	Tablas AMEF subsistemas críticos VOLKSWAGEN 17.260 OD.....	97
4.6.	Acciones correctivas en subsistemas críticos por marca.....	111
4.6.1.	Tabla acciones correctivas para subsistemas críticos de Scania K400IB 4X2	111
4.6.2.	Tabla acciones correctivas para subsistemas críticos de VOLVO B380R 4X2 ...	118
4.6.3.	Tabla acciones correctivas para subsistemas críticos de Volkswagen 17.260.....	122
4.6.4.	Evaluación de resultados alcanzados	127
4.7.	Proyección de mejoramiento de disponibilidad	130
4.8.	Discusión.....	134
V	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	137
5.1.	Conclusiones	137
5.2.	Recomendaciones.....	139
VI	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	140
	ANEXOS.....	143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de Índice de Severidad	45
Tabla 2. Cuadro de Índice de Ocurrencia	46
Tabla 3. Cuadro de Índice de Detección	46
Tabla 4. Cuadro de Clasificación de falla según NPR.....	47
Tabla 5. Análisis de Variable Dependiente.....	50
Tabla 6. Análisis de Variable Independiente	50
Tabla 7. Características y descripción de las unidades	57
Tabla 8. Indicadores de mantenimiento en rango de estudio de flota Volvo B380R	59
Tabla 9. Indicadores de mantenimiento en rango de estudio de flota Volkswagen 17.260.....	60
Tabla 10. Indicadores de mantenimiento en rango de estudio de flota Scania K400B.....	61
Tabla 11. Disponibilidad de la muestra antes de propuesta.....	62
Tabla 12. Frecuencia de falla de unidades Scania K400IB 4x2.....	63
Tabla 13. Frecuencia de falla unidades Volvo B380R 4x2.....	66
Tabla 14. Frecuencia de falla unidades Volkswagen 17.260.....	69
Tabla 15. Reconocimiento causas por la cual se incurre en fallas.....	72
Tabla 16. AMEF subsistema motor de bus Scania K400IB 4X2.....	73
Tabla 17. AMEF subsistema motor de bus Scania K400IB 4X2 (2).....	74
Tabla 18. AMEF subsistema motor de bus Scania K400IB 4X2 (3).....	75
Tabla 19. AMEF subsistema motor de bus Scania K400IB 4X2 (4).....	76
Tabla 20. AMEF subsistema eléctrico de bus Scania K400IB 4X2	77
Tabla 21. AMEF subsistema eléctrico de bus Scania K400IB 4X2 (2).....	78
Tabla 22. AMEF subsistema eléctrico de bus Scania K400IB 4X2 (3).....	79
Tabla 23. AMEF subsistema aire acondicionado de bus Scania K400IB 4X2.....	80
Tabla 24. AMEF subsistema aire acondicionado de bus Scania K400IB 4X2 (2)	81
Tabla 25. AMEF subsistema frenos de bus Scania K400IB 4X2	82
Tabla 26. AMEF subsistema frenos de bus Scania K400IB 4X2 (2)	83
Tabla 27. AMEF subsistema frenos de bus Scania K400IB 4X2 (3)	84
Tabla 28. AMEF subsistema frenos de bus Scania K400IB 4X2 (4)	85
Tabla 29. AMEF subsistema eléctrico de bus Volvo B380R 4X2.....	86
Tabla 30. AMEF subsistema eléctrico de bus Volvo B380R 4X2 (2).....	87
Tabla 31. AMEF subsistema frenos de bus Volvo B380R 4X2	88
Tabla 32. AMEF subsistema frenos de bus Volvo B380R 4X2 (2).....	89
Tabla 33. AMEF subsistema frenos de bus Volvo B380R 4X2 (3).....	90
Tabla 34. AMEF subsistema frenos de bus Volvo B380R 4X2 (4).....	91
Tabla 35. AMEF subsistema motor de bus Volvo B380R 4X2.....	92
Tabla 36. AMEF subsistema motor de bus Volvo B380R 4X2 (2).....	93
Tabla 37. AMEF subsistema motor de bus Volvo B380R 4X2 (3).....	94
Tabla 38. AMEF subsistema refrigeración de bus Volvo B380R 4X2.....	95
Tabla 39. AMEF subsistema refrigeración de bus Volvo B380R 4X2 (2).....	96

Tabla 40. AMEF subsistema frenos de bus Volkswagen 17.260 OD.....	97
Tabla 41. AMEF subsistema frenos de bus Volkswagen 17.260 OD (2)	98
Tabla 42. AMEF subsistema frenos de bus Volkswagen 17.260 OD (3)	99
Tabla 43. AMEF subsistema frenos de bus Volkswagen 17.260 OD (4)	100
Tabla 44. AMEF subsistema motor de bus Volkswagen 17.260 OD	101
Tabla 45. AMEF subsistema motor de bus Volkswagen 17.260 OD (2).....	102
Tabla 46. AMEF subsistema motor de bus Volkswagen 17.260 OD (3).....	103
Tabla 47. AMEF subsistema motor de bus Volkswagen 17.260 OD (4).....	104
Tabla 48. AMEF subsistema motor de bus Volkswagen 17.260 OD (5).....	105
Tabla 49. AMEF subsistema transmisión de bus Volkswagen 17.260 OD	106
Tabla 50. AMEF subsistema transmisión de bus Volkswagen 17.260 OD (2)	107
Tabla 51. AMEF subsistema transmisión de bus Volkswagen 17.260 OD (3)	108
Tabla 52. AMEF subsistema transmisión de bus Volkswagen 17.260 OD (4)	109
Tabla 53. AMEF subsistema neumáticos de bus Volkswagen 17.260 OD.....	109
Tabla 54. AMEF subsistema neumáticos de bus Volkswagen 17.260 OD (2).....	110
Tabla 55. Acciones correctivas para subsistema motor de Scania K400IB 4X2.....	111
Tabla 56. Acciones correctivas para subsistema motor de Scania K400IB 4X2 (2)	112
Tabla 57. Acciones correctivas para subsistema eléctrico de Scania K400IB 4X2.....	113
Tabla 58. Acciones correctivas para subsistema eléctrico de Scania K400IB 4X2 (2)	114
Tabla 59. Acciones correctivas para subsistema aire acondicionado de Scania K400IB 4X2 ..	115
Tabla 60. Acciones correctivas para subsistema aire acondicionado de Scania K400IB (2)	116
Tabla 61. Acciones correctivas para subsistema frenos de Scania K400IB 4X2	116
Tabla 62. Acciones correctivas para subsistema frenos de Scania K400IB 4X2 (2).....	117
Tabla 63. Acciones correctivas para subsistema eléctrico de Volvo B380R 4X2.....	118
Tabla 64. Acciones correctivas para subsistema eléctrico de Volvo B380R 4X2 (2)	119
Tabla 65. Acciones correctivas para subsistema motor de Volvo B380R 4X2	120
Tabla 66. Acciones correctivas para subsistema refrigeración de Volvo B380R 4X2	121
Tabla 67. Acciones correctivas para subsistema frenos de Volkswagen 17.260 OD	122
Tabla 68. Acciones correctivas para subsistema frenos de Volkswagen 17.260 OD (2)	123
Tabla 69. Acciones correctivas para subsistema neumáticos de Volkswagen 17.260 OD	123
Tabla 70. Acciones correctivas para subsistema motor de Volkswagen 17.260 OD.....	124
Tabla 71. Acciones correctivas para subsistema motor de Volkswagen 17.260 OD (2).....	125
Tabla 72. Acciones correctivas para subsistema Transmisión de Volkswagen 17.260 OD	126
Tabla 73. Horas requeridas para atención de programa de mantenimiento	131
Tabla 74. Número de intervenciones anual en unidades y horas operando	131

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Chasis de Volvo B380R 4X2	15
Figura 2. Motor Diesel de Volvo B380R 4X2 – MOTOR D11C.....	15
Figura 3. Sistema de Inyección de combustible	17
Figura 4. Sistemas de admisión y escape.....	18
Figura 5. Sistema de lubricación de un motor	21
Figura 6. Sistema de refrigeración de un motor.....	23
Figura 7. Volante y caja de dirección	28
Figura 8. Esquema de sistema de dirección.....	30
Figura 9. Elementos de suspensión por hojas de muelles.....	31
Figura 10. Fuelle Neumático	32
Figura 11. Amortiguadores para vehículos de carga pesada	33
Figura 12. Barra estabilizadora del sistema de suspensión de un vehículo	33
Figura 13. Configuración del sistema de embrague	38
Figura 14. Caja de cambios AT2612D Volvo B380 R 4X2	39
Figura 15. Mecanismo diferencial par-cónico	40
Figura 16. Juntas de transmisión (Cruceta)	41
Figura 17. Ómnibus Volkswagen 17-260 OD Modasa Zeus 360F	53
Figura 18. Ómnibus Volvo B380R 4X2 Irizar I6S	54
Figura 19. Ómnibus Scania K400 IB 4X2 NB Irizar I6	55
Figura 20. Diagrama de Pareto para subsistemas de buses Scania K400IB 4X2	64
Figura 21. Diagrama de Pareto para subsistemas de buses Volvo B380R 4X2	66
Figura 22. Diagrama de Pareto para subsistemas de buses Volkswagen 17.260.....	69
Figura 23. Distribución de fallas por subsistema Scania K400B 4X2.....	128
Figura 24. Distribución de fallas por subsistema Volkswagen 17.260 OD.....	128
Figura 25. Distribución de fallas por subsistema Volvo B380R	129
Figura 26. Comparativa disponibilidad operativa de flota Tdp Quellaveco.....	133

RESUMEN

En la presente investigación se analizó las fallas mecánicas en los componentes críticos de las unidades de transporte de personal que operan en la mina Anglo American Quellaveco, con la finalidad de diseñar un programa de mantenimiento que contribuya a optimizar la disponibilidad operativa de la flota vehicular. La empresa Transportes Línea cuenta con 52 unidades asignadas al servicio de transporte interno y externo del personal, por lo que mantener una alta disponibilidad de estas unidades es crucial para garantizar la continuidad operativa de la mina. Se realizó un Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) aplicado a los subsistemas más críticos de las marcas Scania, Volvo y Volkswagen, identificados mediante el principio de Pareto. Este análisis permitió identificar las fallas funcionales más frecuentes y clasificarlas según su Número Prioritario de Riesgo (NPR), estableciendo acciones correctivas para aquellas de riesgo alto. Entre los subsistemas más afectados destacan el motor, frenos, sistema eléctrico, carrocería y aire acondicionado, con alteraciones según la marca. Asimismo, se calcularon indicadores de confiabilidad como el MTBF (tiempo medio entre fallas), obteniéndose promedios de 893.13 h para Scania, 569.14 h para Volvo y 687.34 h para Volkswagen. A partir de los hallazgos, se elaboró un programa de mantenimiento mensual basado en fichas de inspección técnica detalladas, con el fin de reducir las tasas de falla y elevar la disponibilidad de las unidades. La proyección indica una mejora en la disponibilidad operativa de la flota, pasando del 90.98% actual al 95.2%, lo que representa un incremento de 4.22%. Los resultados obtenidos reflejan la eficacia del programa desarrollado y su contribución directa a mantener la operatividad del servicio de transporte de personal en la operación minera

PALABRAS CLAVE: Mantenimiento, Programa, Optimización, Disponibilidad.

ABSTRACT

In this investigation, the mechanical failures in the critical components of the personnel transport units operating in the Anglo American Quellaveco mine were analyzed., with the goal of designing a maintenance program that contributes to optimizing the operational availability of the vehicle fleet. Transportes Línea has 52 units assigned to internal and external personnel transport services, so maintaining high availability of these units is crucial to guarantee the mine's operational continuity. A Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) was applied to the most critical subsystems of the Scania, Volvo, and Volkswagen brands, identified using the Pareto principle. This analysis identified the most frequent functional failures and classified them according to their Priority Risk Number (PRN), establishing corrective actions for those with high risk. The most affected subsystems include the engine, brakes, electrical system, bodywork, and air conditioning, with alterations depending on the brand. Likewise, reliability indicators such as MTBF (mean time between failures) were calculated, yielding averages of 893.13 h for Scania, 569.14 h for Volvo, and 687.34 h for Volkswagen. Based on the findings, a monthly maintenance program was developed based on detailed technical inspection records to reduce failure rates and increase unit availability. The projection indicates an improvement in the fleet's operational availability, rising from the current 90.98% to 95.2%, representing an increase of 4.22%. The results obtained reflect the effectiveness of the program developed and its direct contribution to maintaining the operational capacity of the personnel transportation service at the mining operation.

KEY WORDS: Maintenance, Program, Optimization, Availability.

I Introducción

1.1. Realidad problemática

En la actualidad, la necesidad de implementar formas en las cuales las maquinarias, equipos y sistemas operen de forma continua y óptima sin incurrir en paradas no planificadas ha conllevado a desarrollar planes de mantenimiento enfocado en piezas críticas y fallas recurrentes según el historial de un activo en específico.

En el Perú, relacionado al rubro de transporte de personal, se debe tomar en cuenta la gran variedad de condiciones en las cuales se operan. Desde climas cálidos, locaciones donde la lluvia es incesante, climas bajo cero o la circulación en terrenos accidentados. Todo esto conlleva al desgaste de componentes fuera del parámetro que percibe el fabricante.

En la minera Anglo American Quellaveco se labora en 3 condiciones distintas. En el campamento de Alta Montaña se llega presentar temperaturas que oscilan los $-15^{\circ}\text{C}/5^{\circ}\text{C}$ a 4500 m.s.n.m., presentando terrenos irregulares que conllevan a la deformación irregular de los neumáticos. En los campamentos de Salviani y Cortadera las temperaturas oscilan los $5^{\circ}\text{C}/23^{\circ}\text{C}$. En temporada de lluvia se generan grandes charcos alrededor de la minera ocasionando que al circular las unidades que tienen implementado el filtro de aire en la parte delantera del vehículo presenten entrada de agua dejando el ómnibus parado en el lugar.

El área de mantenimiento de la empresa Transportes Línea carece de un plan de mantenimiento preventivo para los componentes críticos. Esto implica trabajar en base a

correctivos, dando paso a la reducción de la vida útil de las unidades con lo cual la fiabilidad y disponibilidad de las unidades tiene un impacto considerable.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida el análisis de fallas mecánicas influye en la disponibilidad operativa de las unidades de transporte vehicular en la minera Anglo American Quellaveco en Moquegua?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- A.** Analizar las fallas mecánicas de los componentes críticos de las unidades de transporte de personal en la mina Anglo American Quellaveco para acoplarla en un programa de mantenimiento que contribuya a incrementar la disponibilidad operativa de la flota vehicular.

1.3.2. Objetivos específicos

- A.** Determinar las fallas mecánicas por marca de vehículo que tiene un impacto más grande en la inoperatividad de flota de transporte de personal de Anglo American.
- B.** Calcular la frecuencia y analizar la causa de las fallas mecánicas por componentes críticos de los sistemas de funcionamiento que se dan en la flota de 52 buses.
- C.** Desarrollar una ficha de inspección mensual orientada a los componentes críticos de los subsistemas con mayor incidencia de fallas, enfocada en la prevención y reducción de dichas fallas.

- D.** Optimizar el porcentaje de disponibilidad operativa de las unidades de la flota de transporte de personal.

1.4. Formulación de hipótesis

El análisis sistemático de fallas mecánicas en las unidades de transporte de personal en la mina Anglo American Quellaveco influirá positivamente en la mejora de la disponibilidad operativa de la flota a través de la implementación de un programa preventivo de inspección mensual.

1.5. Justificación e importancia

La incorporación de un análisis de fallas, seguido de su aplicación en un programa de mantenimiento preventivo para las unidades de transporte de personal en la mina Anglo American Quellaveco, resulta esencial para prolongar la vida útil de los componentes, disminuir los costos operativos y reducir el impacto ambiental. Al anticiparse a posibles fallas mecánicas, se garantiza un transporte seguro y eficiente del personal, evitando interrupciones en las actividades mineras. En conjunto, estos beneficios contribuyen a una mayor eficiencia en las operaciones, menores pérdidas por paradas vehiculares y un impulso a la sostenibilidad y competitividad de la operación minera.

1.5.1. Justificación Social

La mejora en la disponibilidad operativa de las unidades de transporte de personal en la mina Anglo American Quellaveco tiene un impacto directo en la seguridad y bienestar de los trabajadores. Al reducir las paradas no programadas y minimizar situaciones como el transbordo o la cancelación de servicios debido a fallas mecánicas, se garantiza un traslado

más seguro y eficiente del personal. Esto contribuye a una mayor satisfacción laboral y a la continuidad de las operaciones mineras sin interrupciones.

1.5.2. Justificación Ambiental

Implementar un plan de mantenimiento preventivo permite detectar y corregir oportunamente posibles fugas de lubricantes, refrigerantes o combustibles, así como controlar las emisiones de partículas y gases contaminantes. Esto se traduce en una operación más limpia y respetuosa con el medio ambiente, alineándose con las políticas de sostenibilidad y responsabilidad ambiental de la empresa.

1.5.3. Justificación Tecnológica

La propuesta incluye el diseño de una ficha de inspección periódica adaptada a las condiciones reales de operación de la flota. Dado que los modelos vehiculares evaluados cuentan con escasa información técnica específica en cuanto a mantenimiento, este estudio ofrece un aporte analítico relevante y aplicable a flotas de alto rendimiento y reconocimiento internacional. La integración de tecnologías de monitoreo y análisis de fallas mecánicas optimiza la gestión de la flota, prolonga la vida útil de los componentes críticos y mejora la eficiencia operativa.

II Marco Teórico

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Nacionales

J. Nuñez (2018) en su investigación titulada *“Gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la flota de transporte de la empresa Ángel Divino-Chiclayo”*. Perú. El autor diseña un sistema de mantenimiento enfocado en la reducción de fallas más repetitivas según el historial de inoperatividad que tuvo su flota y el sistema que implicaba.

Según su estudio, las fallas implicadas en el motor representaban un 38.5% de fallas totales siendo el punto más grave. En base a ello creó un plan de mantenimiento enfocado en el kilometraje recorrido de las unidades. A la culminación de su trabajo logrará aumentar un 4.5% la disposición operativa de la flota de ómnibus.

R. Gave (2017) en su investigación titulada *“Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para reducir las fallas de los buses Golden Dragon de la UNALM, en la ciudad de Lima 2017”*. Perú. Se detalla el servicio realizado por las unidades de la empresa Golden Dragon que cumplen con el transporte de estudiantes y docentes. Al contar con 8 unidades para el traslado de 1500 personas, no se contaba con la posibilidad de tener rotación de unidades para mantenimientos preventivos. Al basarse al mantenimiento en base a correctivos se da un costo elevado de reparación para sus unidades así como también la posibilidad de no cumplir con los servicios que se busca prestar. Con un correcto planteamiento y aprovechamiento de las horas fuera de servicio sus unidades, logró planificar un plan de mantenimiento que priorice la vida útil de los equipos y eleve

el prestigio de la empresa al brindar una mayor confiabilidad y por sobre todo disponibilidad para una prestación de servicios óptima.

A. Morales (2023) en su proyecto titulado ***“Propuesta de un plan de mantenimiento para la flota de soporte de una empresa minera”***, Perú. La investigación analiza cómo un plan de mantenimiento de flota de soporte impacta en la producción de una empresa minera. Mediante un enfoque descriptivo y una muestra censal de 60 vehículos, se identificaron fallas en el control, registro y gestión de mantenimiento. Se concluye que la implementación de un formato de control permanente permite aplicar un mantenimiento preventivo eficiente, reduciendo costos e incrementando la productividad.

S. Ruiz (2018) en su investigación titulada ***“Sistema de gestión de mantenimiento basado en análisis de modo y efecto de falla para mejorar la disponibilidad de la flota vehicular en la empresa Chimu Agropecuaria S.A.”***, Perú. La investigación tiene como objetivo mejorar la disponibilidad de la flota vehicular de la empresa Chimú Agropecuaria S.A. mediante un sistema de gestión de mantenimiento basado en el Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF). Se evaluó el sistema actual y los indicadores de mantenimiento, obteniendo una disponibilidad del 87.8%, confiabilidad del 69.2% y mantenibilidad del 92%. Tras aplicar un análisis de criticidad a 30 vehículos, se identificaron los más críticos, aplicando AMEF al de mayor índice para detectar causas raíz y proponer acciones correctivas. Se diseñó un sistema de mantenimiento preventivo que elevó los indicadores a 95.6% en disponibilidad, 84.6% en confiabilidad y 97.4% en mantenibilidad. El sistema representa una inversión anual de S/ 1.3 millones, pero genera un ahorro de S/ 2.7 millones por reducción en alquiler de vehículos, resultando en un beneficio neto superior a S/ 1.4 millones anuales, demostrando su viabilidad económica.

H. Durand (2018) en su proyecto titulado ***“Propuesta de mejora para disminuir los tiempos de paradas no programadas de los buses en una empresa de transporte público a través de la Metodología RCM y un mantenimiento autónomo”***, Perú. El proyecto se enfoca en la mejora en la empresa Consorcio Transporte Arequipa S.A., operadora del corredor complementario N° 03 “Corredor Azul”, buscando reducir los tiempos de parada no programada causados en un 67% por fallas mecánicas en su flota de buses. Para ello, se propone implementar una estrategia de mantenimiento basado en la confiabilidad y mantenimiento autónomo. Las acciones incluyeron el análisis de criticidad de los buses, aplicación del Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF), e implementación de la metodología de las 5 “S”, con el fin de optimizar la operatividad y reducir costos asociados a reparaciones e inactividad.

2.1.2. Antecedentes Internacionales

R. Cárdenas y A. Bocanegra (2019) en su trabajo de especialización titulado ***“Propuesta de mejora del plan de mantenimiento para una empresa de transporte público”***. Colombia. Tuvo como objetivo analizar las fallas de las unidades de su flota de transporte público mediante un procedimiento PCR a través de un AMEF. En el trabajo mencionado el autor identificó las fallas más recurrentes que implican una parada imprevista de sus unidades por un periodo largo implicando en un alto costo de mantenimiento. Con su propuesta de mejora basada en la inspección periódica de las unidades brindará confiabilidad y mayor disponibilidad para su flota.

R. Astudillo y S. Criollo (2022) en su trabajo de titulación ***“Análisis del modo y efector de fallo (AMEF) para la empresa TEDASA S.A.”***, Ecuador. Desarrollaron un Análisis de Modos y Efectos de Fallo (AMEF) en los tecnicentros Milchichig y Truck

Center de TEDASA S.A., enfocado en detectar posibles fallas en equipos utilizados para el mantenimiento de vehículos livianos y pesados. El procedimiento incluyó el levantamiento de datos, la asignación de códigos únicos a cada máquina y la evaluación de parámetros como el Número de Prioridad de Riesgo (NPR), el Tiempo Medio entre Fallas (MTBF) y el Tiempo Medio de Reparación (MTTR). Este análisis permitió identificar los equipos con mayor nivel de criticidad, revelando que la mayoría presentaban un riesgo bajo, mientras que un grupo reducido requería acciones correctivas más urgentes. Con base en estos resultados, se elaboraron fichas AMEF para las máquinas críticas, aportando así a una gestión más eficiente del mantenimiento y mejorando la disponibilidad operativa de los equipos.

G. Bütifoker (2017) en su investigación titulada ***“Optimización del mantenimiento preventivo de flotas en base a técnicas de Clustering y aprendizaje supervisado”***, Chile. El proyecto desarrolló una metodología para optimizar el mantenimiento preventivo de una flota heterogénea de camiones mineros, segmentándola en subpoblaciones homogéneas mediante k-means++ y clasificándolas con una red neuronal MLP. Esto permitió calcular tiempos óptimos de mantenimiento para cada subgrupo, mejorar la confiabilidad y reducir costos asociados a fallas y paradas no programadas.

D. Erazo y N. Martínez (2012) en su proyecto titulado ***“Programa de mantenimiento para la flota de unidades de transporte Cóndores del Valle y diseño de planta de su taller automotriz”***, Ecuador. Se propone un programa de mantenimiento y la distribución de planta del taller automotriz de la Compañía de Transportes Cóndores del Valle S.A., estructurado en ocho capítulos. A lo largo del trabajo se analiza la situación actual de la empresa, se revisan fundamentos teóricos del mantenimiento automotriz y se

detallan los sistemas de las unidades de transporte. Se aplica el método AMFE para identificar fallos críticos, se establecen intervalos de mantenimiento y se desarrolla un software para gestionar tareas como inspección, lubricación y reemplazos. Además, se diseña la distribución del taller en función de requerimientos técnicos y se evalúa la viabilidad financiera del proyecto.

G. Chalco y J. Chuchuca (2022) en su proyecto titulado *“Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la flota de buses de la empresa Transvicport S.A. de la ciudad de Cuenca”*, los autores desarrollan un plan de mantenimiento preventivo para la flota de buses de la empresa Transvicport S.A., ubicada en Cuenca. A través de un diagnóstico inicial, se identifican las fallas más comunes en los componentes de los autobuses, los cuales operan en condiciones exigentes debido a largas jornadas de trabajo y el mal estado de las vías. Para el diseño del plan, se recopila información técnica confiable y se analizan los sistemas de los vehículos bajo condiciones reales de operación. El plan establece procedimientos adecuados de mantenimiento que permiten corregir fallas sin afectar componentes cercanos. Como resultado, se logra extender la vida útil de los elementos mecánicos, reducir costos por fallas mayores y proporcionar una programación eficiente de actividades, respaldada por un manual técnico de fácil implementación.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Definición de autobús

A lo largo de los años se estuvo en la búsqueda de diferentes formas de transporte terrestre que prioricen los puntos más importantes: rapidez, seguridad y comodidad.

En su artículo, Juan Pérez nos comenta: “El término autobús se refiere a un vehículo que puede transportar una gran cantidad de pasajeros a la vez y tiene una ruta fija.” (Porto, 2023)

2.2.2. Definición de mantenimiento

En su trabajo de investigación, Valdiviezo (2017) nos define mantenimiento como “un conjunto de actividades que buscan preservar en condiciones favorables el estado de un equipo, maquinaria o sistema en una empresa para que con ello este brinde al usuario mayor confort en su uso desde el punto de la seguridad, economía y eficiencia.” (p.15)

2.2.3. Tipos de mantenimiento

Se distinguen tradicionalmente 4 tipos de mantenimiento que cuenta con diferentes tareas que las diferencian una de la otra.

Según nos detalla García (2004) estas serían:

- **Mantenimiento correctivo.** Conlleva a la ejecución de un grupo de tareas que corregirá defectos que se presentaron en un equipo sin previa planificación
- **Mantenimiento preventivo** Es el tipo de mantenimiento que cumple la tarea de mantener la vida útil de un equipo según lo señalado por el fabricante donde detalla las intervenciones que son requeridas hacer, según que intervalo de tiempo se deben realizar e indicando cuales son los puntos críticos en el equipo que se deben atender aún cuando estos no presenten un problema.
- **Mantenimiento predictivo** Es el mantenimiento que busca anteponerse a la presencia de una falla dando continuamente valores del estado operativo del

equipo que se revise. Se tienen métodos por los cuales se pueden identificar las variables que presenta un equipo (consumo de energía, temperatura, vibración, etc) que darán la pauta inicial para indicar donde se debe tomar atención. Se requiere personal especializado en los métodos predictivos y tecnología que implica una mayor inversión para ser ejecutados.

- **Mantenimiento integral (Overhaul).** Es la ejecución de trabajos cuya finalidad es darle al equipo una mayor fiabilidad desde el hecho de cambiar o reparar todos los componentes que esten sometidos a desgaste dejando así el equipo como si fuera nuevo, osea con cero horas de uso. Esto brindará mayor capacidad productiva al equipo evitando que presente paradas programadas.

2.2.4. Falla mecánica

Una falla mecánica es una condición que conlleva a la inoperatividad de un equipo, imposibilitando que cumpla la función para la cual está programada. Esto se puede dar por distintos factores tales como la sobrecarga, la mala operación del equipo, desgaste de componentes, tiempo de vida del equipo, condiciones de operación, etc.

2.2.5. Diagramas aplicados como herramienta

2.2.5.1. Diagrama de Pareto

Interpretando su redacción, Valdiviezo (2017) indica que “cuando se busca determinar que problemas son los más recurrentes y por lo tanto lo que más repercuten en la inoperatividad de un equipo se desarrolla este tipo de diagrama que indica las prioridades de intervención.” (p. 20)

2.2.5.2. Diagrama Causa-Efecto

La afirmación realizada por Valdiviezo (2017) es la siguiente:

Una forma de representación de la relación cuantitativa e hipotética de los diversos factores que se atribuyen a la consecuencia de un fenómeno determinado es mediante el Diagrama Causa-Efecto. Se debe tomar en cuenta que se requiere de un diagnóstico exhaustivo para poder determinar las causas de un problema. Al concluir con un análisis de las causas y efectos se debe brindar soluciones alternativas. (p. 20)

2.2.6. Disponibilidad de equipos

Por Zapata (2011) se define como “La probabilidad de que un componente o sistema pueda cumplir su función en las condiciones operativas especificadas en un instante de tiempo dado” Se designa por la letra A (Availability). Su complemento, indisponibilidad, está designada por la letra U (Unavailability).” (p.9)

Gutierrez (2009) nos afirma lo siguiente:

La disponibilidad se define como la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables, donde el tiempo total considerado incluye el tiempo de operación, el tiempo activo de reparación, el tiempo inactivo, el tiempo del mantenimiento preventivo (en algunos casos), el tiempo administrativo, el tiempo de funcionamiento sin producir y el tiempo logístico. (p. 67)

El cálculo de la disponibilidad se da por la siguiente expresión matemática:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} * 100 \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

D : Disponibilidad; [%]

MTBF : Tiempo medio entre fallas; [hrs.]

MTTR: Tiempo medio de reparación; [hrs.]

El tiempo medio entre fallas (MTBF) es la expresión mediante la cual se representa la confiabilidad de la unidad. Sería la probabilidad de que no se produzca un determinado tipo de error en el vehículo, cuando se tiene programado para cumplir una tarea.

Definido matemáticamente con la siguiente ecuación:

$$MTBF = \frac{\text{Horas de unidad operando}}{\text{Número total de paradas por falla}} \dots\dots\dots (2)$$

El tiempo medio de reparación (MTTR) nos indica la mantenibilidad, es decir, el tiempo de reparación promedio bajo las mismas condiciones de fallas.

Su cálculo se da mediante la siguiente expresión:

$$MTTR = \frac{\text{Horas de unidad inoperativa por falla}}{\text{Número total de paradas por falla}} \dots\dots\dots (3)$$

2.2.7. Descripción de los sistemas de funcionamiento de un autobús

2.2.7.1. Sistema de bastidor y carrocería

Podríamos describirlo como la parte del vehículo que comprende el armazón donde se montan y sujetan todos los sistemas que comprenden al vehículo (motor, caja de cambios, radiador, sistema de A/C, etc.). Del chasis, como también se le conoce, dependerá la rigidez, sostén y forma que tomará el vehículo. Erazo (2012) refiere que el chasis “tiene conectado las ruedas, los amortiguadores y muelles de la suspensión y barra de dirección por lo cual siempre está sometido a grandes esfuerzos. Además del motor, el bastidor requiere una revisión periódica en busca de posibles roturas.” (p.54)

“La carrocería es la estructura que se monta encima del chasis. Generalmente está construida de acero o aluminio. Se toma un cuidado muy detallado al momento de seleccionar el tipo de material que se empleará” (Valdiviezo, 2017, p.22) ya que puede repercutir en el funcionamiento del vehículo al añadirle demasiado peso o colocar un material o pintura que para las condiciones en las que se trabajará no podrá cumplir una adecuada función. La estructura implementada deberá soportar los esfuerzos a los que se someterá. Un punto vital desde el punto de vista de un autobús, es la comodidad que se brindará al usuario al realizar un viaje. El tipo de carrocería que se elegirá puede suponer el punto de quiebre al momento de elegir una empresa que desarrolla el servicio de transporte de personal.

Figura 1

Chasis de Volvo B380R 4X2



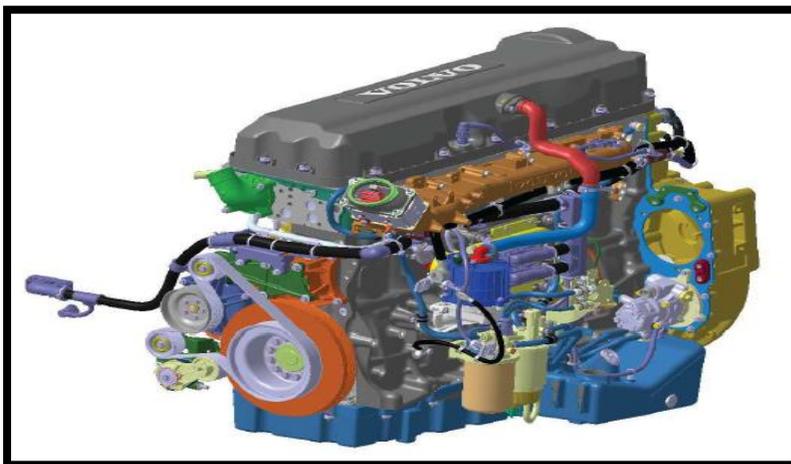
Nota. Imagen de bastidor de bus Volvo B380R. Fuente: Volvo Buses (2018).

2.2.7.2. Motor Diésel

Un motor es un dispositivo que transforma el calor en trabajo de modo continuo. Mediante la mezcla de aire y diésel dentro de los cilindros de combustión convierte la energía química en energía mecánica. Esta mezcla se expande al quemarse y ejerce una presión hacia afuera produciendo el movimiento de la biela y cigüeñal, brindando así el primer movimiento en el segundo.

Figura 2

Motor Diesel de Volvo B380R 4X2 – MOTOR D11C



Nota. La figura fue tomada de Volvo Buses (2018).

2.2.7.3. Sistema de inyección de combustible

Se nos describe por Erazo (2012) como “el sistema que se encarga de alimentar con combustible a la admisión del motor donde la cantidad y pureza del combustible cumplirá un papel fundamental para el correcto funcionamiento del motor.” (p.56) El combustible ingresará a la cámara de combustión y se mezclará con aire comprimido que posibilitará la inflamación en el punto exacto.

Los principales componentes del sistema de alimentación Diesel son los siguientes:

- Depósito de combustible: Es el lugar donde se deposita el combustible del surtidor que se crea pertinente. Es requerido que la pureza del combustible sea la mejor posible para evitar que se ingresen contaminante en los inyectores.
- Bomba alimentadora de combustible: Es la bomba encargada de enviar el combustible del tanque, después de pasar por el filtro, hacia la bomba de inyección. El suministro de combustible se da a baja presión, garantizando que se llenen todos los elementos de la bomba de inyección.
- Filtro de combustible: Encargado de eliminar impurezas que ingresaron en el tanque de diésel.
- Bomba de inyección: Elemento que cumple la función de dosificar e inyectar el diésel en cada uno de los inyectores en el momento exacto. Esta está conectada en línea con cada uno de los cilindros.

- Inyectores: Pulverizan el combustible dentro del cilindro. El hecho de contar con un contaminante dentro de los orificios de inyección, representaría un problema mayor ya que estos orificios se miden en micras y al taparse ya no se ingresaría el combustible suficiente para la correcta combustión. Esto se puede representar en pérdida de potencia del motor o alertas por parte del módulo del vehículo.

Figura 3

Sistema de Inyección de combustible



Nota. La figura muestra la culata del motor donde se ubica el sistema de inyección de un motor diésel. Fuente: Shutterstock (2023).

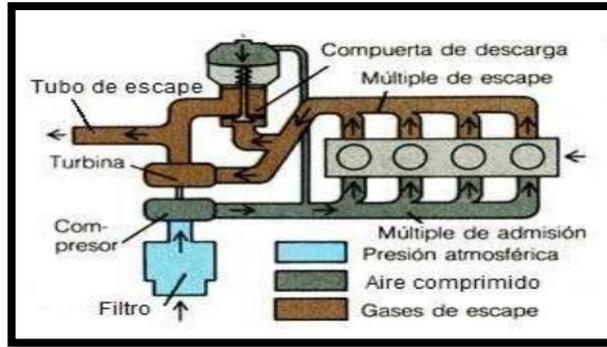
2.2.7.4. Sistema de admisión y escape

En su informe, Erazo (2012) nos indica que “el sistema de admisión se encarga de llevar la mezcla de aire y combustible hacia el motor y el sistema de

escape de dar salida a los gases quemados generados por la combustión y los manda a la atmosfera.” (p. 57)

Figura 4

Sistemas de admisión y escape



Nota. Imagen representa el sistema de admisión y escape del motor. Fuente: Sabelotodo (2012).

a) Sistema de Admisión

Se encarga de enviar el aire limpio al cilindro del motor en la cantidad requerida para una ignición apropiada.

El contar con un turbo compresor conlleva a tener la salida del aire del compresor en alta temperatura, con lo cual se requiere de un intercooler que regule la temperatura de ingreso al colector de admisión.

Comprende los siguientes elementos:

- Filtro de aire: Se encarga retener el ingreso de polvo o componentes contaminantes al motor.
- Turbocompresor: Recepciona el aire del ambiente previamente filtrado para poder ser comprimida para salir con baja velocidad y alta presión.

- **Intercooler:** El aire que sale del turbo es con una temperatura elevada. Aquí entra a tallar el intercooler que cumple la función de reducir la temperatura del aire para su ingreso al colector de admisión.
- **Colector de admisión:** Es el conducto a través del cual accede el aire hacia las canalizaciones de la culata. Estos son hechos mayormente con aluminio o similares y también en materiales plásticos de considerable resistencia. Su principal función es la de facilitar la entrada de aire a los cilindros en función al régimen al que esté funcionando el motor en ese preciso momento.
- **Válvulas de admisión:** Permiten la entrada de aire al cilindro mediante un ciclo determinado que se da por el árbol de levas.

***b)* Sistema de escape**

Sistema encargado de recoger los gases quemados y mandarlos a la atmósfera.

Al ejecutar ese proceso se cumplen de disipar el calor de los gases, conducir los gases producidos por la combustión y los que no fueron quemados al exterior y amortigua el ruido de las explosiones.

De este sistema Erazo (2012) nos describe sus 4 componentes:

- **Válvulas de escape:** Permiten la salida de los gases quemados del interior del cilindro mediante un ciclo determinado que se da por el árbol de levas.
- **Colector de escape:** Recibe los gases quemados y los lleva al silenciador.
- **Silenciador del escape:** Amortigua el ruido producido por las explosiones de la mezcla.

- Catalizador de dos vías: Oxida las emisiones de monóxido de carbono a dióxido de carbono e hidrocarburos no quemados o parcialmente quemados a dióxido de carbono y agua. (p. 58)

2.2.7.5. Sistema de lubricación

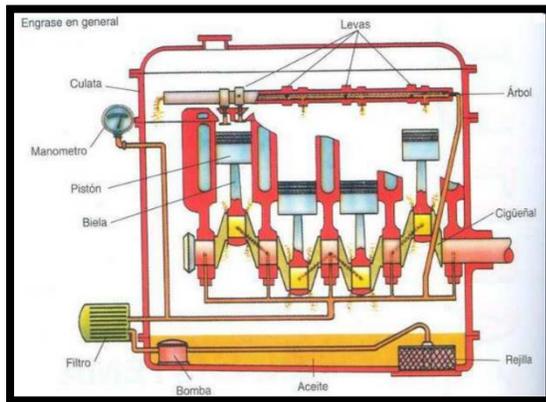
Acorde a Valdiviezo (2017) el sistema en cuestión cumple con las siguientes tareas:

- Disminuir el rozamiento entre los componentes móviles que están sometidas a constante fricción, que genera un calor elevado. La película de aceite que se genera permitirá que el rozamiento de las piezas no genera desgastes prematuros, virutas en el aceite que desgastaran el interior del motor y una fuerza de oposición al movimiento que ocasionará la disminución de la fuerza y facultad operativa del motor.
- El lubricante cumple la función de refrigerar las piezas sometidas a temperaturas elevadas. El aceite al recircular por el motor entrará en contacto con sus paredes aportando a su lubricación y enfriamiento. Emplear el aceite recomendado por el fabricante no debe ponerse en discusión.
- El aceite con apoyo de la bomba de aceite estará en constante recirculación y con ello pasará por el filtro de aceite que estará acumulando en su interior las partículas que se encuentren dentro del motor que por lo general son producidos por el rozamiento de las piezas. Al dejar de circular en el motor evitará que estos deterioren las paredes internas del motor u otros elementos.

- Los lubricantes cuentan con propiedades anticorrosivas que asociados con aditivos específicos prevén la corrosión de los componentes que comprenden el motor (metálicos y aleaciones) u otro sistema que requiera de ser lubricado. (p. 33)

Figura 5

Sistema de lubricación de un motor



Nota. La figura muestra los componentes que entran a tallar en el sistema de lubricación de un motor. Fuente: Eduardo Vega Blog Web (2010).

2.2.7.6. Sistema de refrigeración

Es el sistema ocupada de poder conservar en una temperatura adecuada de trabajo al motor del vehículo.

El proceso del sistema se detalla de la siguiente manera:

Se da mediante el líquido refrigerante que ingresará por el motor a través de unas cámaras o huecos que entran en contacto indirecto con la cámara de combustión y cilindros. Este líquido al circular por las paredes de la zona de combustión y culata, se calentará y procederá a circular por el radiador, donde cederá su calor al aire ambiente y continuar con el

proceso de refrigeración del motor. Los vehículos de hoy en día cuentan con un sistema optimizado que brinda la temperatura en la cual está trabajando el refrigerante. Con esto se busca que no se trabaje hasta su punto de ebullición dado que será perjudicial para el sistema. (Erazo, 2012, p. 39)

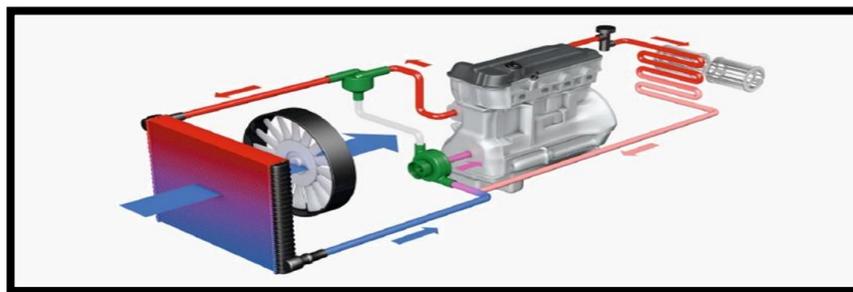
Los componentes que forman parte del sistema de refrigeración por líquido son:

- a) La cámara de agua: Son los huecos o cavidades que están distribuidas por el bloque del motor y la culata por donde circulará el líquido refrigerante. Se involucra con los cilindros, cámaras de combustión, asientos de bujías (motores otto) y guías de válvula dado que son las partes más sometidas al calor.
- b) Radiador: Cumple la función de enfriar el líquido refrigerante que llega caliente luego de haber circulado por las cámaras de agua del motor. Según la distribución del chasis se puede situar en la parte delantera del vehículo para poder apoyarse con el aire en el enfriamiento del agua o en la parte posterior apoyado de un ventilador.
- c) Ventilador o Electroventilador: El ventilador se encarga de transmitir una corriente de aire capaz de enfriar el agua que ingresa al radiador. Con el fin de evitar pérdidas de potencia por un uso no productivo del ventilador, se toma en cuenta en los vehículos de hoy un electroventilador que con un mando termoeléctrico acciona éste en el momento que el agua alcance una temperatura determinada.

- d) Bomba de agua: Es la bomba encargada de la circulación obligatoria del líquido refrigerante por todo el sistema de refrigeración, entre la parte baja del radiador y el bloque. Comúnmente se emplea la bomba de paletas de tipo centrífugo.
- e) Termostato: El ingreso del líquido refrigerante al motor no se debe dar de manera constante dado que esto hará que no se trabaje en una temperatura óptima (aproximadamente, de 80° a 90° C en el líquido). El termostato Es una válvula de doble efecto que permite que la refrigeración no actúe cuando el motor está en frío, para que consiga rápidamente la temperatura de óptimo rendimiento (aproximadamente, de 80° a 90° C en el líquido). Este mismo dispositivo ha de permitir la refrigeración completa o parcial del agua, dependiendo de la temperatura del motor. La misión del termostato es mantener la temperatura del motor en la de óptimo rendimiento. Para ello actúa sobre el paso del agua regulando la temperatura de ésta sobre los 85° C. Si la temperatura baja de la indicada, el termostato se vuelve a cerrar, calentando el motor.

Figura 6

Sistema de refrigeración de un motor



Nota: Gráfico detalla la circulación que tendrá el refrigerante para cumplir su función en el sistema de refrigeración. Fuente: El blog del taller mecánico. (2014).

2.2.7.7. Sistema de frenos

La función del sistema es la de disminuir la aceleración de la unidad. Ejercer la fuerza necesaria para poder detener una unidad en movimiento, así como también poder mantenerlo estático en una ubicación específica. Para el caso de vehículos pesados, como los que se estudiarán, se emplea el sistema de freno neumático por ser más confiables para retener este tipo de vehículos.

Se describen 3 sistemas de frenos por los cuales están compuestos los frenos neumáticos: Frenos de servicio, Frenos de estacionamiento y el sistema de frenos de emergencia.

Erazo (2012) no detalla los siguientes elementos del sistema de frenos:

- a) Compresor de aire: es la fuente de energía para el sistema de frenos de aire. Generalmente está accionado por el motor del vehículo y acumula la presión de aire para el sistema de frenos de aire. El compresor toma aire filtrado, ya sea la presión atmosférica o de una presión incrementada, en algunos casos del turbocargador del motor y lo comprime.
- b) Gobernador de aire: para controlar cuando el compresor necesite acumular o detener la acumulación de aire para el sistema y también para controlar el ciclo de purga del secador de aire.
- c) Secador de aire: para quitar el agua y las gotas de aceite del aire.
- d) Tanques de aire, para almacenar el aire comprimido que se va utilizar para la frenada del vehículo.

- e) Válvula de seguridad, para proteger contra la presión excesiva en el sistema en el evento que ocurra un mal funcionamiento de un componente del sistema de carga, por ejemplo, una línea bloqueada.
- f) Válvula de retención sencilla, para mantener en una sola dirección el flujo de aire a los tanques. Este arreglo protege que los contenidos se drenen en caso de pérdida de presión.
- g) Indicadores de baja presión, para alertar al conductor cuando un tanque tiene menos de la cantidad de aire disponible del que se había predestinado inicialmente.
- h) Medidor de presión aplicada, para los vehículos modernos se cuenta con un medidor de presión de aire que se ejerce sobre los frenos. Con esto se advierte al conductor sobre la velocidad con la cual se debe conducir sin afectar la capacidad de los frenos.

2.2.7.7.1. Freno de servicio

- ✓ Pedal de freno: El freno de servicio se acciona mediante el pedal de freno. Cuando se ejerce la presión contra el pedal se puede presenciar 2 fuerzas que se oponen, la del resorte y la presión del aire que va a los frenos.
- ✓ Tambor de freno: Los tambores de freno están situados cada uno a los extremos de los ejes del vehículo y se encuentran ensambladas a las ruedas mediante pernos. Dentro del tambor se ejecuta el mecanismo de frenado para detener el vehículo. Las zapatas son empujadas contra el interior del tambor ocasionando fricción y calor que ocasiona la

reducción de la velocidad del vehículo. Se debe tomar en cuenta la presión que se ejerza al frenado dado que sobrecalear el tambor ocasionaría que deje de funcionar.

- ✓ Faja o zapata de freno: Estas vendrían a ser chapas de acero en forma de media luna que tienen un material de fricción a su exterior que entrará en contacto con el interior del tambor para ejercer el frenado. El material de fricción son unos ferodos o forros de freno de fibras e hilos metálicos y se unen por remache incrustados en el material hasta los $\frac{3}{4}$ de grosor del forro para que no genere fricción con el tambor.
- ✓ Excéntrica del freno: Cuando se acciona el pedal de freno, ingresa aire a cada recámara del freno. La presión del aire empuja la varilla hacia fuera, que hace mover el regulador, con lo cual el eje de la excéntrica del freno gira.

2.2.7.7.2. Freno de estacionamiento

- ✓ Frenos de resorte: Para el parqueo del vehículo se debe emplear fuerza mecánica ya que el aire comprimido puede presentar una fuga. Por ello se emplean frenos de resorte que durante la conducción son retenidos por la presión de aire. La revisión periódica de este es vital dado que debe siempre regulado para un correcto funcionamiento. En caso no estén regulados, ni los frenos regulares o de estacionamiento trabajarán efectivamente.
- ✓ Frenos de estacionamiento: Al momento que el operador de un vehículo opte por parquear su vehículo, dentro de cabina contará con un

mecanismo que generará la liberación de presión de aire y con ello se apliquen los frenos de resorte. Se debe tomar en cuenta que al tener una fuga de aire se debe atender inmediatamente la unidad, ya que la pérdida total de aire ocasionaría que los resortes se apliquen en todos los frenos.

2.2.7.7.3. Sistema de frenos antibloqueo (ABS)

Los vehículos de la actualidad cuentan con un sistema de antibloqueo de ruedas que evita justamente que las ruedas se bloqueen al momento de aplicar el freno de forma brusca. Estos vehículos presentan en su tablero un testigo indicador de fallas de funcionamiento del sistema ABS. Este sistema electrónico comprueba y controla la velocidad de las ruedas durante el frenado mejorando la estabilidad y control del vehículo.

2.2.7.8. Sistema de Dirección

El sistema de dirección es un conjunto de mecanismos que tienen por objetivo orientar las ruedas direccionales para que el operador del vehículo, sin esfuerzo, pueda guiar en el sentido que la maniobra de conducción exija.

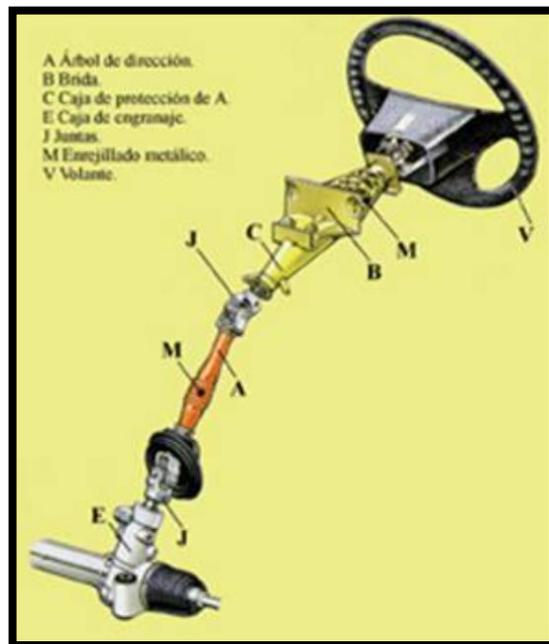
Sobre esto, Valdiviezo (2017) nos menciona que “este mecanismo debe ser preciso y sencillo de maniobrar. Las ruedas direccionales luego de realizar el giro y completar una curva tenderán a retornar a su posición central por su mecanismo hidráulico.” (p. 51) Se clasifica en 3 grupos: Volante y árbol de dirección, caja de engranajes de la dirección y palancas / barras de la dirección.

2.2.7.8.1. *Volante y árbol de dirección*

El fabricante dispone el diseño que tendrá el volante en cada vehículo, pero sin importar la forma que dispongan, cumplirá la función de ser el órgano de mando de la dirección mediante el cual el operador dispondrá los movimientos del eje direccional que se realizarán en el vehículo.

Figura 7

Volante y caja de dirección



Nota: La figura muestra la conexión que se da desde el volante hacia el árbol de dirección constituyendo la columna de dirección. Fuente: Mecánica Automotriz Blog (2012).

2.2.7.8.2. *Caja de engranes de la dirección*

Como se indicó anteriormente, el volante mediante la maniobra del operador es el encargado de dar las órdenes a las ruedas directrices. Este mando pasa del volante a la caja de engranes de la dirección donde se

transforma el movimiento circular del volante en movimiento lineal que será transmitido a la barra de dirección. El grado de reducción de esfuerzo por parte del conductor conseguido por efecto desmultiplicador del giro del volante de la dirección depende del peso, tipo y uso del vehículo. Los coches pesados con neumáticos anchos necesitarán una gran reducción y algún dispositivo de asistencia para poder girar a poca velocidad.

El sistema de dirección está conectado directamente con las ruedas por lo cual éste transmite al volante, mediante la reacción de las ruedas, las condiciones sobre las cuales se está manejando. La caja de engranajes de la dirección cumple asimismo la función de almacenar el aceite para los engranajes, servir de soporte al mecanismo de dirección y volante, así como también proteger el conjunto de engranes de la suciedad y el polvo que ocasionaría un desgaste prematuro de los componentes.

2.2.7.8.3. *Palanca y barras de la dirección*

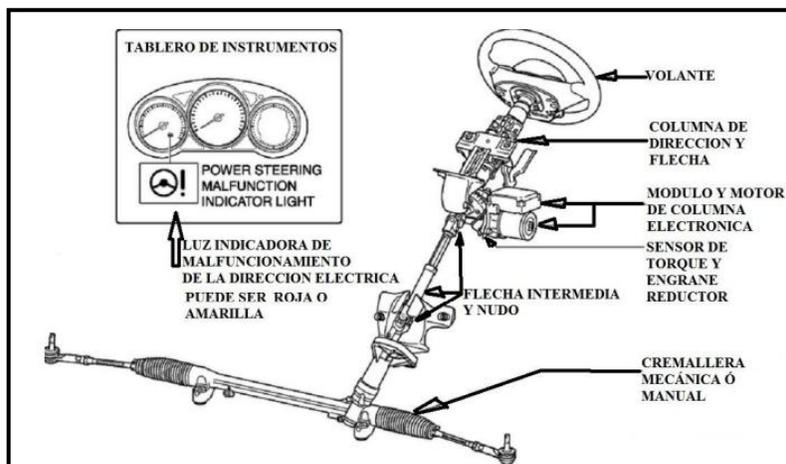
En la figura 8, Erazo (2012) nos detalla el esquema del sistema de dirección;

De la caja de dirección llega el movimiento a la barra de acoplamiento a través del brazo de mando, biela y palanca de ataque, los tres articulados entre si. Los extremos del eje delantero terminan en unas “horquillas” sobre las que se articula el pivote (eje direccional de las ruedas). Del pivote sale la mangueta sobre la que giran locas las ruedas en cojinetes de bolas o rodillos. De cada mangueta sale el brazo de

acoplamiento. Estos brazos están unidos por la barra de acoplamiento que va articulada en los extremos de ambos brazos. (p. 74)

Figura 8

Esquema de sistema de dirección



Nota. La figura fue tomada de Autopartes Ever (2015).

La palanca y barras de dirección deben transmitir el movimiento generado por la caja de engrane de la dirección a las ruedas para determinar el sentido de giro. Su sistema de acoplamiento varía mediante barras de acoplamiento divididas en dos e incluso en tres secciones.

2.2.7.9. Sistema de suspensión

Este sistema cuenta con la importante labor de brindar la comodidad al usuario de, en un terreno accidentado, evitar que éste sienta dentro de la carrocería las irregularidades del exterior mediante el amortiguamiento de los golpes secos. Esto se mediante la amortiguación y elasticidad, propiedades vitales para mantener las ruedas siempre en contacto con la superficie e impidiendo un balanceo excesivo de la carrocería.

Los elementos del sistema de suspensión son descritos de la siguiente manera:

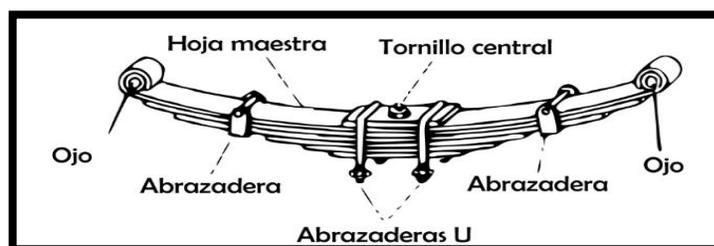
2.2.7.9.1. Muelles

Son componentes instalados al bastidor y lo inmediato al anclaje de las ruedas. Absorben los desperfectos de la carretera en forma de distorsión.

Para el presente estudio se tomará en cuenta a las ballestas como tipo de muelle ya que son los empleados en los buses Volkswagen 17.260 OD. Además de ballestas, otros tipos de muelles son los muelles helicoidales y barra de torsión. La ballesta está compuesto por láminas de acero que reciben el nombre de hojas y como se aprecia en la imagen, la longitud con respecto a la contigua siempre va de mayor a menor. Se mantienen unidas por un orificio central y se encuentran acopladas por bridas en U que los mantienen alineados durante la absorción de golpes del sistema de suspensión. La hoja mas larga y ubicada en la parte superior, llamada también hoja madre, es la que se une al chasis mediante sus extremos curvados (ojos) ya que toma una forma cilíndrica que permite su encaje, apoyado por un silemblock de goma.

Figura 9

Elementos de suspensión por hojas de muelles



Nota. La imagen muestra un muelle tipo ballesta compuesto por láminas de acero. Fuente: Web Grupo TG (2016).

2.2.7.9.2. *Fuelles neumáticos*

En vehículos de transporte pesado se pueden emplear tanto muelles como fuelles llenos de aire, que brindan al usuario una mayor comodidad ya que se ajustan al trayecto tomado. Las bolsas de aire, como también se les llama, son instalados entre los ejes de dirección y el chasis absorbiendo así la presión de la carga. El operador puede controlar la elevación del chasis mediante los fuelles, Los buses en estudio VOLVO B380 R y SCANIA K400IBR presentan fuelles neumáticos.

Figura 10

Fuelle Neumático



Nota. La figura es elaboración propia.

2.2.7.9.3. *Amortiguadores*

Son los encargados de transformar la energía cinética en energía térmica. Dicho de otro modo, calienta un fluido en el interior del amortiguador al pasar por lugares estrechos. Se cuentan los de tipo fricción o hidráulicos, teniendo mayor uso en la actualidad los hidráulicos ya que

pueden ser giratorios, telescópicos o de pistón; todos ellos con el mismo fundamento.

Figura 11

Amortiguadores para vehículos de carga pesada



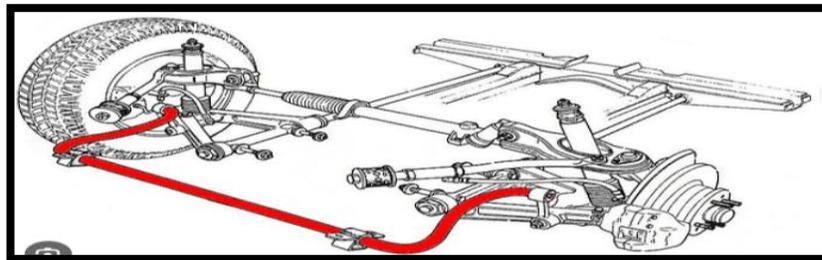
Nota. La figura fue tomada del catálogo de Aftermarket (2015).

2.2.7.9.4. Barra estabilizadora

En todos los vehículos pesados, los ejes disponen de una barra estabilizadora encargada de mejorar el equilibrio en las parábolas, que se convierte en consistencia en movimiento y apoya al confort del usuario. Representado por un soporte de reacción curvado en tipo U que se encuentra fijada entre el eje y el chasis. La unión se da mediante tirantes con juntas de rotulas en cada extremo.

Figura 12

Barra estabilizadora del sistema de suspensión de un vehículo



Nota. La imagen representa la barra estabilizadora pintada de color rojo.

Fuente: Blog Que es la Barra Estabilizadora (2015).

2.2.7.10. Neumáticos

Los neumáticos son los componentes que se encuentran en contacto directo con la superficie. Son montados sobre un aro, dentro del cual se introduce aire a presión para brindar un adecuado aguante, adherencia al suelo y fricción. Su material es caucho o goma, artículos químicos, filamentos tejidos y/o cables eléctricos.

El foro web “Manual del Automóvil” (2011) nos menciona las principales características con las que debe contar para poder brindar un óptimo funcionamiento:

- Resistencia para sostener el peso del vehículo.
- Resistencia para no deslizarse en las frenadas.
- Capacidad para absorber y amortiguar en gran parte (un 10%) las irregularidades del terreno.
- Resistencia al desgaste.
- Facilidad para disipar el calor producido durante la frenada y como consecuencia de su adherencia.
- Ligeras en peso, reduciendo los efectos de inercia y el peso no suspendido.

2.2.7.11. Sistema eléctrico

Se afirma lo siguiente sobre el sistema eléctrico:

El sistema eléctrico, por medio de sus correspondientes circuitos, tiene como misión, disponer de energía eléctrica suficiente y en todo momento a través de los circuitos de alumbrado y señalización que correspondan reglamentariamente, y de otros que, siendo optativos, colaboran en comodidad y seguridad. (Valdiviezo, 2017, p. 59)

El sistema eléctrico presenta los siguientes componentes:

2.2.7.11.1. Batería

Es el elemento encargado de almacenar la energía eléctrica para permitir el arranque de la unidad, encendido del motor, instrumentos y demás dispositivos eléctricos. La batería recibe energía eléctrica a través de un generador y la convierte en energía química almacenada, que la batería suministra cuando la demanda de electricidad excede la capacidad del sistema de carga.

2.2.7.11.2. Alternador

Vendría a ser el sistema de carga que cumple la tarea de generar la energía eléctrica capaz de nutrir a los receptores o consumos que estén en funcionamiento. Asimismo, debe mantener la batería cargada. Al momento que el alternador deje de funcionar por alguna falla en el componente, el vehículo aguantará la carga con la que cuente la batería hasta finalmente apagarse por completo. Transforma la energía mecánica que se da mediante las fajas en energía eléctrica y con apoyo de un regulador de voltaje mantiene

la tensión en un valor constante independientemente de las revoluciones a las que trabaje el motor.

2.2.7.11.3. Arrancador

Cumple la misión de poner en marcha el motor de combustión interna. Es un motor eléctrico de corriente continua que se acopla mediante un piñón (bendix) a una corona ensamblada en el volante del motor de combustión haciéndola girar para conseguir comenzar con el ciclo de funcionamiento y posteriormente desacoplarse.

2.2.7.11.4. Circuito electrónico para el sistema de inyección Diesel

Se da el siguiente enunciado sobre el sistema de inyección Diesel:

El circuito electrónico para el sistema de inyección Diesel tiene como misión la de inyectar Diesel en la parte correspondiente del motor, según el sistema empleado de inyección, directa o indirecta, monopunto o multipunto, y según las condiciones y necesidades de cada momento. (Erazo, 2012, p. 82)

2.2.7.11.5. Circuitos de alumbrado, señalización, control y accesorios

El sistema de control de los diferentes accesorios de la unidad se da mediante el panel de control de instrumentos que brinda funcionamiento al alumbrado y señalización según lo estipulado por normativa, sistema desempañador y limpia-parabrisas, control de puertas y ventanas. Todos estos componentes dados por la carrocería que se instale.

2.2.7.12. Sistema de transmisión

El sistema de transmisión se entiende por el conjunto de piezas capaces transmitir la potencia que es generado por el motor directamente hacia las ruedas y con ello el vehículo pueda iniciar su recorrido. Emplea la energía mecánica que se genera del motor luego de la combustión para producir el movimiento.

Sobre el sistema de transmisión (Erazo, 2012) afirmó lo siguiente:

Es el conjunto de elementos que tiene la misión de hacer llegar el giro del motor hasta las ruedas motrices. Con este sistema también se consigue variar la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas. Esta relación se varía en función de las circunstancias del momento (carga transportada y el trazado de la calzada). Según como intervenga la relación de transmisión, el eje de salida de la caja de velocidades (eje secundario), puede girar a las mismas revoluciones, a más o a menos que el cigüeñal. Cuando el árbol de transmisión gira más despacio que el cigüeñal, se conoce como desmultiplicación o reducción y en caso contrario como multiplicación o sobremarcha.

La disposición de los elementos del sistema de transmisión dependerá de la situación relativa que exista entre el motor y las ruedas motrices, el tipo de transmisión utilizado en la mayoría de autobuses, es motor delantero y tracción trasera donde las ruedas motrices son las traseras, y dispone de árbol de transmisión. (p. 47-48)

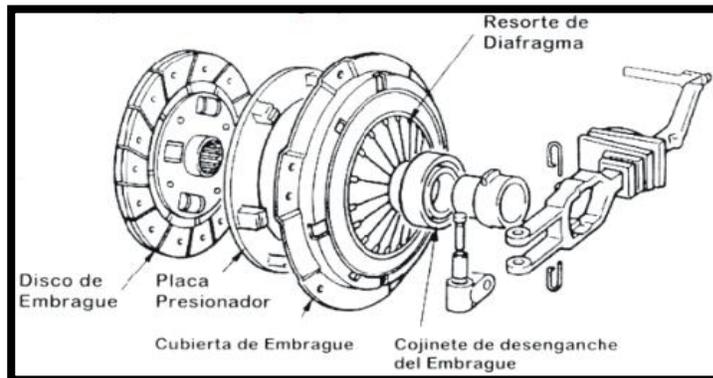
Se describen los siguientes elementos del sistema de transmisión:

2.2.7.12.1. Embrague

De acuerdo a las palabras de (Valdiviezo, 2017) el embrague “tiene como trabajo conectar o desconectar el movimiento del motor del resto de la transmisión a discreción del conductor” (p. 46). Tiene como principales componentes el disco de embrague, placa presionadora, resorte de diafragma y cubierta de embrague.

Figura 13

Configuración del sistema de embrague



Nota. La figura fue tomada de la web “El Rincón de mecanismo” (2019)

2.2.7.12.2. Caja de velocidades

En todo vehículo, se tiene un mecanismo encargado de aumentar el par de salida o de cambiar las marchas del motor. Con relación a la caja de velocidades, Erazo (2012) menciona que “es la encargada de aumentar, mantener o disminuir la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas, en función de las necesidades, con la finalidad de aprovechar al máximo la potencia del motor.” (p. 71).

Figura 14

Caja de cambios AT2612D Volvo B380 R 4X2



Nota. La imagen muestra la caja de cambio empleada por los buses Volvo B380R 4X2 con transmisión automatizada. Fuente: Autoline Perú (2018).

2.2.7.12.3. *Árbol de transmisión*

El árbol de transmisión, también llamado Eje Cardán, se encarga de transmitir el par de la caja de velocidades al diferencial. El árbol de transmisión “está compuesto por juntas tipo cardan o elásticas. En el centro del árbol, se coloca un acoplamiento extensible para poder absorber los desplazamientos ascendentes y descendientes del puente.” (Valdiviezo, 2017, p. 48)

2.2.7.12.4. *Mecanismo par-cónico diferencial*

El foro web Fierros Clásicos en su nota “El Diferencial” (2013) nos menciona lo siguiente sobre el diferencial:

El diferencial es el componente encargado de trasladar la rotación producida por el motor hacia las ruedas encargadas de la tracción. Con

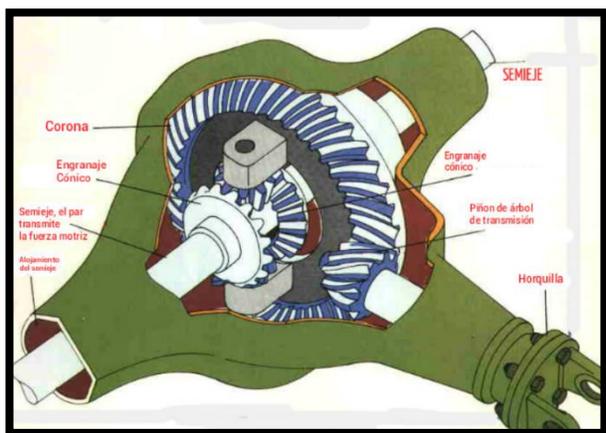
las excepciones del caso y sin importar si un vehículo es chico o grande, si es de tracción trasera o delantera, si trae motor de 4, 5, 6, o más cilindros todos los vehículos de uso regular traen instalado un componente llamado diferencial.

El diferencial puede ser diferente en cuanto a diseño o figura, tamaño o ubicación, pero los principios de funcionamiento y objetivos siguen siendo los mismos

El objetivo es: administrar la fuerza motriz en las ruedas encargadas de la tracción tomando como base la diferencia de paso o rotación entre una rueda con relación a la otra. Se entiende que el vehículo al tomar una curva, una de las ruedas recorre más distancia que la otra; de igual manera una rueda más grande recorrerá más distancia que una pequeña. El diferencial tiene la función de corregir estas diferencias.

Figura 15

Mecanismo diferencial par-cónico



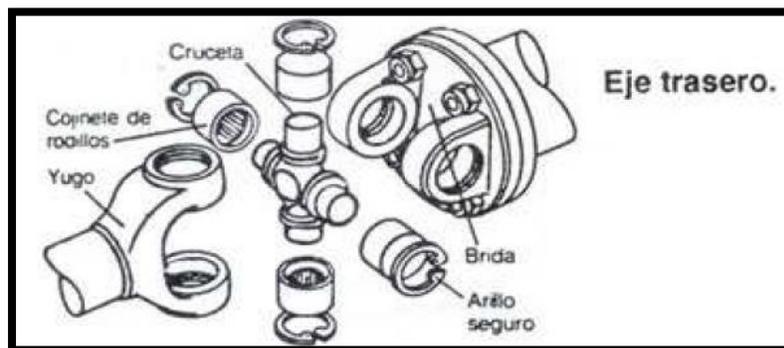
Nota. La figura muestra el desmontaje de un diferencial par-cónico. Fuente: Fierros Clásicos (2013).

2.2.7.12.5. Juntas de transmisión

En su informe web “Manual del Automóvil”, Wolf (2011) nos menciona que “las juntas se emplean para ensamblar componentes de transmisión y admitir modificaciones de longitud y postura.”

Figura 16

Juntas de transmisión (Cruceta)



Nota. La figura fue tomada de Wolf (2011).

2.2.7.12.6. Palieres

De acuerdo a Erazo (2012) los palieres, también llamados semiárboles de transmisión, son “los encargados de transmitir el movimiento del grupo cónico-diferencial hasta las ruedas motrices, cuando el sistema carece de árbol de transmisión.” (p. 73)

2.2.8. Análisis de Modo Efecto y Falla (AMEF)

Un Análisis del Modo y Efecto de Fallas, también conocido como AMEF o FMEA por sus siglas en inglés (Failure Mode Effect Analysis), nació en Estados Unidos a finales de la década del 40. Esta metodología desarrollada por la NASA, se creó con el propósito de evaluar la confiabilidad de los equipos, en la medida en que determina los efectos de las fallas de los mismos.

Álvarez (2017) define el AMEF como:

Una metodología de un equipo sistemáticamente dirigido que identifica los modos de falla potenciales en un sistema, producto u operación de manufactura causadas por deficiencias en los procesos de diseño. También identifica características de diseño o de procesos críticos que requieren controles especiales para prevenir o detectar los modos de falla. (p. 21)

2.2.8.1. Objetivo del AMEF

En su revista informativa “Análisis de Modo Efecto y Fallas Potenciales”, Ford Motor Company (2001) nos brinda los objetivos que debe cumplir un AMEF:

- Identificar y analizar los posibles modos de falla, junto con sus causas relacionadas con el diseño y fabricación de un producto, y sus implicaciones en aspectos clave como la disponibilidad, seguridad, confiabilidad y calidad.
- Evaluar cómo estas fallas potenciales afectan el rendimiento del sistema.
- Definir las acciones necesarias para prevenir, eliminar o reducir la posibilidad de que ocurran las fallas, asegurando que cada modo de falla cuente con mecanismos de detección previos (como inspecciones periódicas).
- Examinar la confiabilidad del sistema y documentar el proceso, resaltando los fallos comunes.

- Al comprender los objetivos del Análisis de Modos de Fallos y Efectos, los usuarios pueden centrarse en cumplir con ellos sin desviaciones, garantizando así que el análisis se complete con éxito.

2.2.8.2. Beneficios del AMEF

Este procedimiento de análisis tiene una serie de ventajas potenciales significativas, por ejemplo:

- Identificar las posibles fallas en un producto, proceso o sistema.
- Conocer a fondo el producto, el proceso o el sistema.
- Identificar los efectos que puede generar cada falla posible.
- Evaluar el nivel de criticidad (gravedad) de los efectos.
- Identificar las causas posibles de las fallas.
- Establecer niveles de confiabilidad para la detección de fallas.
- Evaluar mediante indicadores específicos la relación entre: gravedad, ocurrencia y detectabilidad.
- Documentar los planes de acción para minimizar los riesgos.
- Identificar oportunidades de mejora.
- Generar Know-how.

2.2.8.3. Tipos de AMEF

Según Álvarez (2017) el procedimiento AMEF puede aplicarse a:

- Productos: El AMEF aplicado a un producto sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en el diseño, aumentando las

probabilidades de anticiparse a los efectos que pueden llegar a tener en el usuario o en el proceso de producción.

- **Procesos:** El AMEF aplicado a los procesos sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en las etapas de producción, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que puedan llegar a tener en el usuario o en etapas posteriores de cada proceso.
- **Sistemas:** El AMEF aplicado a sistemas sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en el diseño del software, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que pueden llegar a tener en su funcionamiento.
- **Otros:** El AMEF puede aplicarse a cualquier proceso en general en el que se pretendan identificar, clasificar y prevenir fallas mediante el análisis de sus efectos, y cuyas causas deban documentarse.

2.2.8.4. Índice de evaluación de modo de falla

Se toma en cuenta 3 índices de evaluación para poder determinar el NPR (Número de Prioridad de Riesgo) que viene a ser el numero empleado para rankear o clasificar el orden de aspectos críticos en el diseño de un AMEF.

Los 3 índices empleados son Severidad (S), Ocurrencia (O) y Detección (D). El NPR se calcula multiplicando estos índices:

$$NPR = S * O * D \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

NPR : Número de prioridad de Riesgo

S : Severidad

O: Ocurrencia

D: Detección

El índice de severidad (S) mide la seriedad de los efectos o consecuencias que un fallo determinado puede causar al cliente. Esta evaluación se realiza en una escala del 1 al 10, utilizando una tabla de gravedad, y depende del nivel de insatisfacción del cliente debido a la disminución de la funcionalidad o rendimiento. Todas las causas potenciales que generen el mismo efecto se califican con el mismo índice de gravedad. Si una causa puede influir en varios efectos distintos dentro del mismo modo de fallo, se asigna el índice de mayor gravedad.

Tabla 1

Cuadro de Índice de Severidad

Descripción de Índice de Severidad	Rango
Imperceptible, ínfima	1
Escasa, falla menor	2-3
Baja, fallo inminente	4-5
Media, unidad operativa, pero pierde confiabilidad	6-7
Elevada, falla crítica	8-9
Muy elevada, problemas de seguridad	10

Nota: El cuadro nos muestra los índices de calificación para la severidad que se asignará a la falla. Fuente: Elaboración propia.

El índice de ocurrencia (O) mide la probabilidad de que un modo de fallo ocurra debido a cada una de las causas potenciales, utilizando una escala del 1 al 10 basada en una tabla de ocurrencia. Para esta evaluación, se toman en cuenta

todos los controles actuales que se aplican para evitar que la causa potencial del fallo ocurra.

Tabla 2

Cuadro de Índice de Ocurrencia

Descripción de Índice de Ocurrencia	Rango
1 falla en más de 2 años	1
1 falla cada 2 años	2-3
1 falla cada 1 año	4-5
1 falla entre 6 meses y 1 año	6-7
1 falla entre 1 y 6 meses	8-9
1 falla al mes	10

Nota: El cuadro nos muestra los índices de calificación para la ocurrencia que se asignará a la falla. Fuente: Elaboración propia.

El índice de detección (D) analiza la probabilidad de identificar una causa y su correspondiente fallo antes de que impacte al cliente, utilizando una escala del 1 al 10 según una tabla de detección. Para determinar este índice, se parte del supuesto de que el fallo ya ha ocurrido, y se examina la efectividad de los controles actuales para detectarlo, así como el modo de fallo resultante.

Tabla 3

Cuadro de Índice de Detección

Descripción de Índice de Detección	Rango
Casi total certeza	1
Moderadamente alta	2-3
Moderada	4-5
Baja	6-7
Remota	8-9
Absolutamente incierto (Improbable)	10

Nota: El cuadro nos muestra los índices de calificación para la detección que se asignará a la falla. Fuente: Elaboración propia.

Al obtener el valor NPR se tendrá un resultado que oscilará entre 1 y 1000. Mayor sea el resultado, mayor es el potencial de riesgo. Por lo tanto, se brinda en el AMEF la lista de las fallas potenciales de equipo o sistema, sus posibles efectos y los causales a los cuales se atribuyen su aparición. Asimismo, se brindará acciones de mejora para evitar que estas fallas sean recurrentes.

Tabla 4

Cuadro de Clasificación de falla según NPR

Rango de NPR	Clasificación de falla
NPR < 125	Riesgo de falla bajo
NPR ≥ 125	Riesgo de falla alto

Nota: El cuadro nos muestra los índices de calificación según riesgo de falla en base al número prioritario de riesgo. Fuente: Elaboración propia.

2.2.9. Normativa de seguridad en transporte de personal

Esta investigación se apoya en la normativa vigente que regula la seguridad y el mantenimiento de vehículos en el ámbito minero. En primer lugar, acorde al Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC] (2003), se considera el Decreto Supremo N.º 024-2016-EM, Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, el cual establece que los vehículos destinados al transporte de personal deben mantenerse en condiciones óptimas, ser inspeccionados de manera periódica y contar con un programa de mantenimiento preventivo. También se toma en cuenta el DS N.º 058-2003-MTC, Reglamento Nacional de Administración de Transporte, que fija los requisitos técnicos mínimos que deben cumplir los vehículos en relación a sistemas como frenos, dirección, suspensión e iluminación.

Adicionalmente, se incorpora como referencia del Instituto Nacional de Calidad [INACAL] (2013) la Norma Técnica Peruana NTP 399.010, la cual orienta los procedimientos de inspección técnica vehicular, y que sirve de base para evaluar el estado de los componentes más críticos. En cuanto a normativas internacionales ISO (2018), se hace uso de la ISO 14224, que proporciona criterios para recolectar y analizar datos relacionados con la confiabilidad y mantenimiento de equipos, aspecto clave para estructurar la ficha de inspección periódica. Finalmente, se toma como guía la ISO 45001, enfocada en la gestión de la seguridad y salud ocupacional, con el fin de garantizar condiciones seguras para conductores y usuarios del servicio de transporte en la operación minera.

III Metodología

3.1. Método de la investigación

Se desarrollará el método de investigación inductivo y el tipo de investigación es no experimental, donde se tomará como referencia las diferentes fallas que se presentaron en la flota de buses para poder encontrar los sistemas que se encontraron más afectados, así como también los que repercutieron más en la inoperatividad de las unidades con su frecuencia y con ello llegar a generar conclusiones generales con todo los datos encontrados y analizados.

3.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es descriptivo dado que se realizará un análisis de las variables que permitirán ejecutar un programa de mantenimiento que será elaborada y propuesta a la empresa Transportes Línea.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Para el presente trabajo, la población estará constituida por 12 buses Volvo B380R 4X2 Irizar I6s, 20 buses Scania K400 B 4X2 Irizar I6 y 20 buses Volkswagen 17.260 OD Modasa Zeus 360. Siendo en total 52 buses.

3.3.2. Muestra

Como muestra se tomarán todos los buses de la operación, la muestra es no probabilística.

3.4. Operacionalización de variables de estudio

Tabla 5

Análisis de Variable Dependiente

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Disponibilidad operativa de la flota de transporte	Es la probabilidad de que un equipo (vehículo) se encuentre en condiciones operativas y disponible para prestar servicio en el momento requerido.	Se mide mediante la proporción de tiempo que los buses están disponibles para operar, considerando el total del tiempo programado para su uso.	Disponibilidad	a) Disponibilidad de los buses	Porcentaje (%)
				b) Falla de los sistemas de los buses	Porcentaje (%)
				c) MTTR (Tiempo Medio de Reparación)	Horas
				d) MTBF (Tiempo Medio entre Fallas) de los buses	Horas

Nota. La tabla es elaboración propia. (2024)

Tabla 6

Análisis de Variable Independiente

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Programa de Mantenimiento	Es el conjunto de operaciones involucrando a todos los recursos del área para poder garantizar la operatividad de la actividad de los activos, evitando imprevistos por averías.	Es el propósito de aumentar la disponibilidad de los activos de la empresa con el conjunto de las tareas de mantenimiento agrupadas para este fin.	a) Habilidades humanas	a) Competencia de personal b) Cantidad de personal c) Tercerización de personal	Nominal
			b) Antecedentes de fallas	a) Historial de averías b) Análisis de causa raíz	Porcentual
			c) Capacidad actual de activos	a) Control operacional b) Rendimiento de los equipos	De proporción

Nota. La tabla es elaboración propia. (2024)

3.5. Técnica e instrumento de recolección de datos

Para la ejecución del presente trabajo se tuvo en cuenta las siguientes técnicas:

- **Observación directa:** Técnica empleada para identificar los equipos de estudios, sus sistemas y componentes. El contacto directo con estos equipos permite conocer el estado de la flota de buses. Se desarrollo con ayuda de una libreta de anotaciones y una cámara fotográfica.
- **Recopilación e investigación bibliográfica:** Mediante la revisión del historial de cada una de las unidades se pudo obtener la data real sobre las fallas que se presentaron y sus frecuencias. A su vez se pudo encontrar información de gran valor en informes, blogs de ingeniería, web-sites y tesis enfocadas en el tipo de trabajo en ejecución.
- **Auditoría y entrevista al personal del área:** Esta técnica brindo un enfoque más pronunciado sobre las fallas que ocurrió en cada unidad atendida dada la experiencia que tiene el personal del área de mantenimiento con los buses en estudio. A su vez el personal comparte sus conocimientos dando un análisis más detallado de los equipos y aportando así propuestas para el sistema de gestión de mantenimiento.

3.6. Técnica de análisis de resultados

La presente investigación adoptará un enfoque mixto para la recolección y análisis de la información. Se trabajará con un total de 52 unidades de transporte de personal, específicamente ómnibus de las marcas Scania K400B, Volkswagen 17.260 OD y Volvo

B380R. La metodología combinará el análisis documental y el trabajo de campo para obtener una visión integral del comportamiento de la flota en cuanto a fallas mecánicas.

Para el análisis documental, se recopilará y examinará el historial de mantenimiento de las unidades, el cual se obtendrá tanto de las órdenes de servicio físicas como del software especializado de gestión de mantenimiento utilizado por la empresa. Esta base de datos incluirá información detallada sobre los tipos de fallas presentadas, los subsistemas afectados y los componentes comprometidos, lo cual permitirá una clasificación técnica y precisa de las averías más recurrentes.

En paralelo, se realizará una labor de campo mediante entrevistas estructuradas aplicadas a 14 técnicos del área de mantenimiento, utilizando una ficha de encuesta elaborada por el autor. Estas entrevistas permitirán obtener información cualitativa respecto a las percepciones del personal sobre los patrones de fallas, tiempos de respuesta, causas raíz y sugerencias para mejorar la disponibilidad operativa de las unidades.

La información recopilada será organizada y procesada en Microsoft Excel, mediante el cual se elaborarán tablas de frecuencia, gráficos estadísticos y análisis comparativos por marca, tipo de falla y criticidad del sistema involucrado. El análisis estadístico contemplará el cálculo de la frecuencia de fallas, tasa de reincidencia por marca y la identificación de subsistemas críticos. El periodo de análisis contemplado en el estudio será desde noviembre del 2023 hasta agosto del 2024, lo que garantizará una muestra representativa del comportamiento anual de la flota. Esta combinación de análisis cualitativo y cuantitativo permitirá estructurar un programa de inspección mensual ajustado a la realidad operativa, priorizando los subsistemas críticos y reduciendo la recurrencia de fallas.

3.7. Generalidades de las unidades

3.7.1. Autobús Volkswagen 17.260 OD

Figura 17

Ómnibus Volkswagen 17-260 OD Modasa Zeus 360F



Nota. La imagen es elaboración propia.

Datos Técnicos: Según datos brindados en ficha técnica (Anexo 3).

- VOLKSWAGEN 17-260 OD
 - 17: Peso bruto vehicular (Toneladas)
 - 260: Potencia del motor (CV)
 - OD: Chasis para ómnibus / Motor delantero
- Motor: MAN D0836
 - D: Diésel
 - 08: Diámetro del cilindro + 100
 - 3: Carrera del cilindro x10 + 100
 - 6: Número de cilindros
- **Potencia máxima:** (256 CV) @ 2300 rpm
- **Torque máximo:** (900) Nm 1200 @ 1800 rpm.
- **Cilindros / Cilindrada:** 06 en línea 6.8

- **Sistema de inyección:** Common Rail.
- **Tratamiento de gases:** EGR.
- Caja de Cambios: MANUAL SINCRONIZADA ZF ECOLITE 6D-1010-BO
- Embrague:
 - **Tipo:** Monodisco seco, con revestimiento orgánico.
 - **Modelo:** Con muelles tipo diafragma.
 - **Accionamiento:** Hidráulico Neumático.
 - **Diámetro del disco:** 395 mm.

3.7.2. Autobús Volvo B380R 4X2

Figura 18

Ómnibus Volvo B380R 4X2 Irizar I6S



Nota. La imagen es elaboración propia.

Datos Técnicos: Según datos brindados en ficha técnica (Anexo 4).

- VOLVO B380R 4X2
 - B: BUS.
 - 380: Potencia del motor (HP).
 - R: Rear (Motor trasero)
 - 4X2: Configuración de ejes.

- Motor: D11C
 - D: Diésel.
 - 11: Cilindrada total.
 - C: Generación del motor.
- **Potencia máxima:** 370 CV (272 KW) @ 1900 rpm
- **Torque máximo:** (1785 Nm) 1100 @ 1400 rpm.
- **Cilindros / Cilindrada:** 06 en línea 11
- **Norma de emisión de gases:** EURO 5 SCR
- Caja de Cambios: AT2612D
 - AT: Transmisión automatizado.
 - 26; Torque X100 Nm
 - 12: Marchas adelante.
 - D: Generación

3.7.3. *Autobús Scania K400IB 4X2*

Figura 19

CÓmnibus Scania K400 IB 4X2 NB Irizar I6



Nota. La imagen es elaboración propia.

Datos Técnicos: Según datos brindados en ficha técnica (Anexo 5).

- SCANIA K400 IB 4X2 NB
 - K: Chasis con motor ubicado en la parte trasera.
 - 400: Potencia del motor (CV)
 - IB: Chasis para ómnibus interurbano.
 - 4X2: Configuración de ejes.
 - NB: Suspensión neumática normal.
- Motor: SCANIA DC13
 - DC: Motor Diésel.
 - 13: Cilindrada total.
 - SCR: Sistema De Reducción Catalítica Selectiva
 - **Potencia máxima:** 400 CV (294 kW 1900 rpm)
 - **Torque máximo:** (2100 Nm) 1100 @ 1300 rpm.
 - **Cilindros/Cilindrada:** 06 en línea 12.7
 - **Sistema de inyección:** PDE SCANIA: INYECTOR BOMBA
 - **Norma de emisión de gases:** EURO 5 SCR
- Caja de Cambios: GR-875R
 - GR: Caja de cambios manual de gama doble (Tipo Range).
 - 875: Serie de fabricación
 - R: Retardador Scania

IV Resultados y discusión

4.1. Descripción de los equipos

La empresa Transportes Línea cuenta con una flota de 52 buses que son empleados para el transporte de personal de la minera Anglo American Quellaveco. Cada una de estas unidades fue identificada con un código de mina según disposición del reglamento interno de tránsito (RITRAN) de la minera. Todos estos equipos contemplan como año de fabricación el año 2019 y sus especificaciones completas se indican en el Anexo 8.

Tabla 7

Características y descripción de las unidades

Placa	Código Mina	Marca	Modelo	Motor	Hp
ZCY-953	126-LN	Volvo	B380R 4X2	D11C	380
ZCY-963	127-LN	Volvo	B380R 4X2	D11C	380
ZCY-962	128-LN	Volvo	B380R 4X2	D11C	380
ZCY-952	129-LN	Volvo	B380R 4X2	D11C	380
ZCY-954	130-LN	Volvo	B380R 4X2	D11C	380
ZCY-955	131-LN	Volvo	B380R 4X2	D11C	380
ZCY-958	132-LN	Volvo	B380R 4X2	D11C	380
ZCY-959	133-LN	Volvo	B380R 4X2	D11C	380
ZCY-957	134-LN	Volvo	B380R 4X2	D11C	380
ZCY-956	135-LN	Volvo	B380R 4X2	D11C	380
ZCY-960	136-LN	Volvo	B380R 4X2	D11C	380
ZCY-961	137-LN	Volvo	B380R 4X2	D11C	380
F2Y-950	235-LN	Volkswagen	17.260 OD (MAN)	MAN D0836	260
F2Y-951	119-LN	Volkswagen	17.260 OD (MAN)	MAN D0836	260
F2Y-953	223-LN	Volkswagen	17.260 OD (MAN)	MAN D0836	260
F2Y-957	236-LN	Volkswagen	17.260 OD (MAN)	MAN D0836	260
F2Y-958	123-LN	Volkswagen	17.260 OD (MAN)	MAN D0836	260
F2Y-960	115-LN	Volkswagen	17.260 OD (MAN)	MAN D0836	260
F2Y-965	143-LN	Volkswagen	17.260 OD (MAN)	MAN D0836	260
F2Y-966	144-LN	Volkswagen	17.260 OD (MAN)	MAN D0836	260
F2Y-967	142-LN	Volkswagen	17.260 OD (MAN)	MAN D0836	260
F2Y-968	161-LN	Volkswagen	17.260 OD (MAN)	MAN D0836	260
F3C-951	181-LN	Volkswagen	17.260 OD (MAN)	MAN D0836	260

F3B-968	178-LN	Volkswagen	17.260 OD (MAN)	MAN D0836	260
F3E-969	155-LN	Volkswagen	17.260 OD (MAN)	MAN D0836	260
F3E-962	152-LN	Volkswagen	17.260 OD (MAN)	MAN D0836	260
F3A-958	214-LN	Volkswagen	17.260 OD (MAN)	MAN D0836	260
F3C-953	157-LN	Volkswagen	17.260 OD (MAN)	MAN D0836	260
F2Z-962	176-LN	Volkswagen	17.260 OD (MAN)	MAN D0836	260
F2Z-963	145-LN	Volkswagen	17.260 OD (MAN)	MAN D0836	260
F3E-967	159-LN	Volkswagen	17.260 OD (MAN)	MAN D0836	260
F2Y-954	117-LN	Volkswagen	17.260 OD (MAN)	MAN D0836	260
F4D-966	177-LN	Scania	K400 B4X2	SCANIA DC13	400
F4F-964	240-LN	Scania	K400 B4X2	SCANIA DC13	400
F4F-969	242-LN	Scania	K400 B4X2	SCANIA DC13	400
F4D-960	174-LN	Scania	K400 B4X2	SCANIA DC13	400
F4C-965	241-LN	Scania	K400 IB4X2	SCANIA DC13	400
F4D-955	180-LN	Scania	K400 B4X2	SCANIA DC13	400
F4F-967	171-LN	Scania	K400 B4X2	SCANIA DC13	400
F6E-957	209-LN	Scania	K400 B4X2	SCANIA DC13	400
F6D-962	200-LN	Scania	K400 B4X2	SCANIA DC13	400
F6D-957	199-LN	Scania	K400 B4X2	SCANIA DC13	400
F6C-968	195-LN	Scania	K400 B4X2	SCANIA DC13	400
F6E-955	198-LN	Scania	K400 B4X2	SCANIA DC13	400
F6E-951	197-LN	Scania	K400 B4X2	SCANIA DC13	400
F6C-967	194-LN	Scania	K400 B4X2	SCANIA DC13	400
F6D-950	196-LN	Scania	K400 B4X2	SCANIA DC13	400
F6C-961	193-LN	Scania	K400 B4X2	SCANIA DC13	400
F4D-954	346-LN	Scania	K400 B4X2	SCANIA DC13	400
F4D-969	344-LN	Scania	K400 B4X2	SCANIA DC13	400
F4E-950	345-LN	Scania	K400 B4X2	SCANIA DC13	400
F6E-954	343-LN	Scania	K400 B4X2	SCANIA DC13	400

Nota: La tabla es elaboración propia. (2024)

4.2. Disponibilidad operativa de las unidades previo al análisis de fallas

Los servicios que realiza las unidades de Transportes Línea para la minera Anglo American cuentan con la especificación que cada servicio puede ser reemplazado únicamente por un vehículo de la misma marca y serie. Los servicios que realiza cada marca tienen la misma importancia dado que cumplen con la función de transportar

personal para las distintas áreas de trabajo dentro de la minera. Bajo esta premisa, se toma en consideración la disponibilidad de las unidades según su marca y tomando el promedio obtenido por cada una de ellas. La investigación se desarrolló entre los meses de noviembre del año 2023 al mes de agosto del año 2024.

Para el cálculo de la disponibilidad se toma en cuenta los indicadores de mantenimiento MTTR y MTBF que serán calculados mediante las fórmulas (2) y (3) respectivamente. Estos se apoyan con la cantidad de horas de las unidades inoperativas por falla y la cantidad de fallas que acontecieron en cada una.

Tabla 8

Indicadores de mantenimiento en rango de estudio de flota Volvo B380R

Placa	Horas Inoperativas	N° fallas	MTBF (hrs.)	MTTR (hrs.)	Disponibilidad
ZCY-953	865	19	114.2	46.3	71.2%
ZCY-963	96	3	854.1	28.3	96.8%
ZCY-962	121	5	564.5	23.7	96.0%
ZCY-952	216	10	272.9	21.2	92.8%
ZCY-954	168	3	832.9	49.5	94.4%
ZCY-955	211	3	820.3	62.1	93.0%
ZCY-957	47	7	434.3	6.9	98.4%
ZCY-958	144	5	560.0	28.3	95.2%
ZCY-959	120	3	847.0	35.3	96.0%
ZCY-956	48	5	578.8	9.4	98.4%
ZCY-960	118	7	423.8	17.4	96.1%
ZCY-961	312	5	527.0	61.2	89.6%
Disponibilidad operativa flota unidades Volvo B380R:					93.1%

Nota: La tabla muestra los indicadores de la flota de unidades Volvo B380R durante el periodo de estudio para el cálculo de su disponibilidad. Fuente: Elaboración propia. (2024)

Tabla 9*Indicadores de mantenimiento en rango de estudio de flota Volkswagen 17.260 OD*

Placa	Horas Inoperativas	Nº fallas	MTBF (hrs.)	MTTR (hrs.)	Disponibilidad
F2Y-950	192	3	825.81	56.54	93.6%
F2Y-951	601	5	470.45	117.79	80.0%
F2Y-953	72	3	861.15	21.20	97.6%
F2Y-957	143	5	560.20	28.04	95.2%
F2Y-958	121	5	564.51	23.73	96.0%
F2Y-965	721	3	670.33	212.02	76.0%
F2Y-966	333	5	522.94	65.29	88.9%
F2Y-967	144	3	839.95	42.40	95.2%
F3C-951	793	9	259.65	93.29	73.6%
F3B-968	312	3	790.48	91.87	89.6%
F3E-969	505	7	366.97	74.21	83.2%
F3E-962	120	5	564.68	23.56	96.0%
F3A-958	168	2	1665.76	98.94	94.4%
F3C-953	216	3	818.75	63.61	92.8%
F2Z-962	240	2	1623.36	141.35	92.0%
F2Y-968	336	3	783.41	98.94	88.8%
F2Y-960	141	7	420.44	20.74	95.3%
F2Z-963	119	5	564.90	23.33	96.0%
F3E-967	240	7	405.84	35.34	92.0%
F2Y-954	1009	12	167.29	84.81	66.4%
Disponibilidad operativa flota unidades Volkswagen 17.260 OD:					89.1%

Nota: La tabla muestra los indicadores de la flota de unidades Volkswagen 17.260 OD durante el periodo de estudio para el cálculo de su disponibilidad. Fuente: Elaboración propia. (2024)

Tabla 10*Indicadores de mantenimiento en rango de estudio de flota Scania K400IB*

Placa	Horas Inoperativas	N° fallas	MTBF (hrs.)	MTTR (hrs.)	Disponibilidad
F4D-966	408	2	1727.67	272.33	86.4%
F4F-964	192	5	623.95	42.72	93.6%
F4F-969	1129	8	249.42	150.58	62.4%
F4D-960	240	5	613.27	53.40	92.0%
F4C-965	264	2	1823.79	176.21	91.2%
F4D-955	194	6	467.67	32.33	93.5%
F4F-967	216	5	618.61	48.06	92.8%
F6E-957	93	2	1938.00	62.00	96.9%
F6D-962	288	9	301.29	32.04	90.4%
F6C-968	357	11	251.71	34.00	88.1%
F6E-955	264	5	607.93	58.74	91.2%
F6E-951	120	2	1919.90	80.10	96.0%
F6D-957	97	2	1935.33	64.67	96.8%
F6D-950	529	3	823.79	176.21	82.4%
F6C-961	192	6	467.96	32.04	93.6%
F4D-954	120	5	639.97	26.70	96.0%
F4D-969	384	9	290.62	42.72	87.2%
F4E-950	96	2	1935.92	64.08	96.8%
F6C-967	360	11	251.39	34.33	88.0%
F6E-954	192	8	374.37	25.63	93.6%
Disponibilidad operativa flota unidades Scania K400IB:					90.4%

Nota: La tabla muestra los indicadores de la flota de unidades Scania K400IB durante el periodo de estudio para el cálculo de su disponibilidad. Fuente: Elaboración propia. (2024)

Según la información recopilada por el historial de mantenimiento de la empresa Transportes Línea en Operación Quellaveco, se calcularon los indicadores que brindaron la disponibilidad promedio de la flota por cada marca de estudio y por cada mes en el rango de meses asignado.

Tabla 11

Disponibilidad de la muestra antes de propuesta

Descripción	Modelo	Disponibilidad (%)										Disponibilidad promedio (%)
		Nov 23	Dic 23	Ene 24	Feb 24	Mar 24	Abr 24	May 24	Jun 24	Jul 24	Ago 24	
Volkswagen	17.260 OD (MAN)	89	80	88	91	92	92	90	89	93	92	89.40
Volvo	B380R 4x2	93	92	91	92	92	94	95	95	95	93	93.11
Scania	K400IB 4x2	93	89	89	87	92	86	94	95	90	91	90.43
Disponibilidad operativa promedio de la flota vehicular:											90.98	

Nota: La tabla es elaboración propia. (2023-2024)

Como se aprecia en la Tabla 11, la disponibilidad operativa de la flota de ómnibus que labora para el transporte de personal de Anglo American alcanza un promedio del 90.98%. La empresa Transportes Línea busca que la disponibilidad de las unidades alcance un 95% dado la carga de servicios que debe contemplar cumplir diariamente.

4.3. Determinación de los subsistemas críticos por marca

Como se comentó previamente, para este presente trabajo se está tomando en consideración la flota de buses distribuido por 12 buses Volvo, 20 buses Scania y 20 buses Volkswagen. Teniendo como recurso los archivadores de cada una de las unidades donde se cuenta con su historial de mantenimientos preventivos y correctivos se procedió a

seleccionar, por marca, los sistemas y subsistemas que tienden a fallar con más frecuencia ocasionando la inoperatividad del vehículo. Para poder determinar ello se aplicará un diagrama de Pareto que nos brindará un enfoque de que sistemas debemos priorizar mediante su principio de 80-20 que expone lo siguiente: “El 80% de los problemas es ocasionado por el 20% de los sistemas”. Este 20% es en el cual se pondrá la atención ya que requieren una atención inmediata por su impacto en la inoperatividad de las unidades.

4.3.1. Subsistemas con mayor potencial de falla Scania K400IB

Se toma en cuenta la información recopilada de las unidades Scania K400IB 4x2 para la elaboración de la Tabla 12.

Tabla 12

Frecuencia de falla de unidades Scania K400IB 4x2

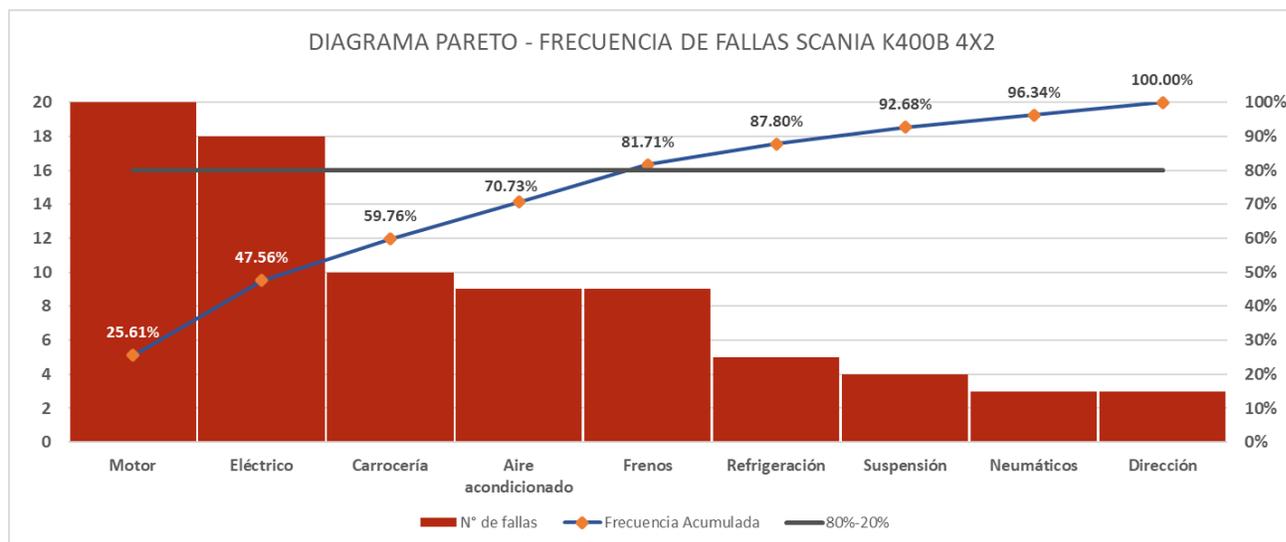
Sub-Sistema	N° de fallas	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada
Motor	21	25.61%	25.61%
Eléctrico	18	21.95%	47.56%
Carrocería	10	12.20%	59.76%
Aire acondicionado	9	10.98%	70.73%
Frenos	9	10.98%	81.71%
Refrigeración	5	6.10%	87.80%
Suspensión	4	4.88%	92.68%
Neumáticos	3	3.66%	96.34%
Dirección	3	3.66%	100.00%
Total de fallas en la frecuencia de tiempo asignada:			82

Nota: La tabla es elaboración propia. Fuente: Historial de unidades Scania K400IB 4x2 Transportes Línea Quellaveco. (2024)

Con la información de la Tabla N°12 se procede a realizar el Diagrama de Pareto para poder determinar los subsistemas críticos.

Figura 20

Diagrama de Pareto para subsistemas de buses Scania K400IB 4X2



Nota: El gráfico nos muestra los subsistemas que encuentran mayor implicancia en las unidades Scania K400IB entre Nov. 23 a Ago. 24. Fuente: Elaboración propia.

Apoyado por la información de la figura N°20 y tomando en cuenta el principio de Pareto explicado anteriormente, se deduce que el 20% de los subsistemas que presentan riesgo de falla inminente e impacto en la operatividad del vehículo son:

- Motor: Pérdida de potencia producida por el ingreso de aire contaminado a la cámara de combustión producto del deterioro de los filtros de aire. Daños observados en tensor de fajas ocasionando el deterioro de las fajas y ruido anómalo al momento de tener el motor en funcionamiento.
- Eléctrico: Se tiene falla en reconocimiento de sensor T74 de revoluciones que se encuentra acoplado al módulo ECU el cual ocasiona que la unidad presente variaciones en la lectura de información por parte del módulo generando que el

motor presente fallas de funcionamiento. A su vez, los alternadores de las unidades presentan falla de confiabilidad al tener variaciones de voltaje al momento de realizar la carga de las baterías de las unidades.

- Carrocería: Debido a las condiciones de trabajo, las unidades están expuestas a terrenos donde las rocas, arboles, animales silvestres, desmontes, etc. están al nivel de la carrocería y con ello llegando a rozarla y dañándola. Se podría considerar que este tipo de falla es ocasionado por el infortunio, mala operación del equipo o condiciones adversas por causa del clima y territorio.
- Aire Acondicionado: Presencia de desgaste prematuro de rodaje de compresor de A/C y falla en motores de apertura de rendija de conductos de ventilación.
- Frenos: Retardador de unidad presenta ineficiencia en conducción por falla de operador, falta de lubricación en sistema de retardador y falla en módulo de motor. Se presento fallas en freno de escape ocasionando que el pistón de accionamiento se quede pegado, obstruyendo el paso de los gases de escape y con esto reduciendo considerablemente la potencia del vehículo. En algunos vehículos se presentó la fuga de aire por la válvula APS ocasionando perdida de presión de frenado y condicionamiento de manejo por parte por operador.

4.3.2. Subsistemas con mayor potencial de falla Volvo B380R

Se toma en cuenta la información recopilada de las unidades Volvo B380R 4x2 para la elaboración de la Tabla 13.

Tabla 13

Frecuencia de falla unidades Volvo B380R 4x2

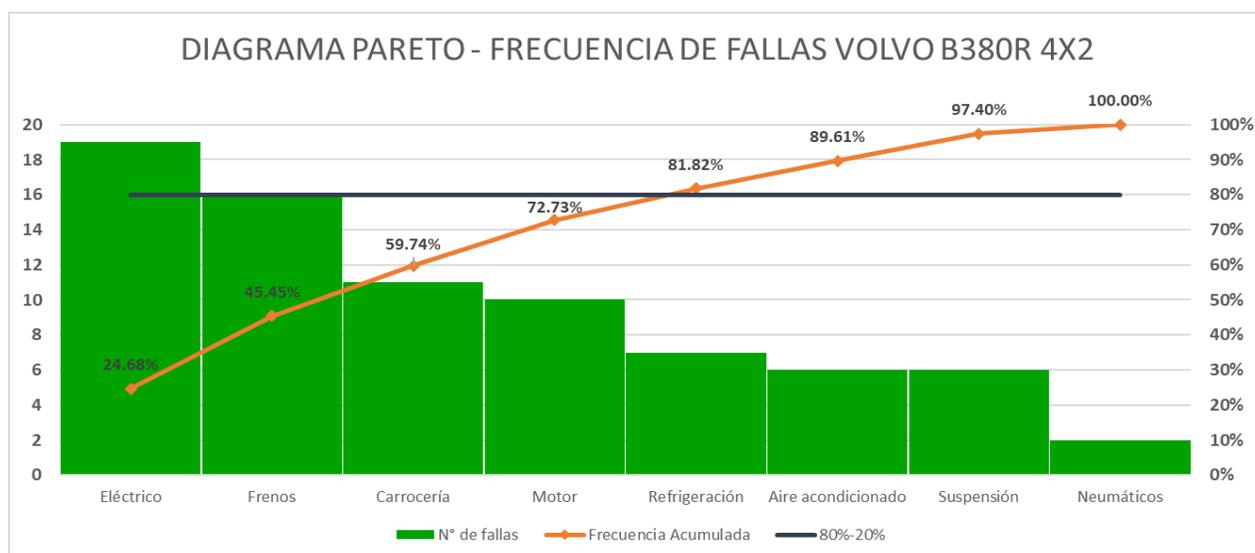
Sub-Sistema	N° de fallas	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada
Eléctrico	19	24.68%	24.68%
Frenos	16	20.78%	45.45%
Carrocería	11	14.29%	59.74%
Motor	10	12.99%	72.73%
Refrigeración	7	9.09%	81.82%
Aire acondicionado	6	7.79%	89.61%
Suspensión	6	7.79%	97.40%
Neumáticos	2	2.60%	100.00%
Total de fallas en la frecuencia de tiempo asignada:			77

Nota: La tabla es elaboración propia. Fuente: Historial de unidades Volvo B380R 4x2 Transportes Línea Quellaveco. (2024)

Con la información de la Tabla N°13 se procede a realizar el Diagrama de Pareto para poder determinar los subsistemas críticos.

Figura 21

Diagrama de Pareto para subsistemas de buses Volvo B380R 4X2



Nota: El gráfico nos muestra los subsistemas que encuentran mayor implicancia en las unidades Volvo B380R entre Nov. 23 a Ago. 24. Fuente: Elaboración propia.

Apoyado por la información de la figura N°21 y tomando en cuenta el principio de Pareto explicado anteriormente, se deduce que el 20% de los subsistemas que presentan riesgo de falla inminente e impacto en la operatividad del vehículo son:

- Eléctrico: Los principales problemas del sistema eléctrico radican en la falla de los arrancadores y alternadores. Los primeros cuentan con un desgaste inusual de solenoide original de la marca que ocasiona que el sistema de arranque no tenga un funcionamiento óptimo. Para el segundo componente, se tiene la falla en los reguladores de voltaje de los alternadores. Muy a pesar que el componente no tenga mucho tiempo de vida útil, genera picos de voltaje que sobrepasan o van por debajo del rango seguro ocasionando daño en los componentes eléctricos. Con esto se llegó a tener avería en las baterías de las unidades, ocasionando que la unidad quede varada y no pueda volver a ser arrancada con normalidad.
- Frenos: Las bocinas y pines del caliper de las unidades Volvo B380R presentan desgaste debido al uso que genera que al momento de circular y accionar el freno se genera un ruido incomodo que genera malestar en los usuarios. A su vez, se tiene constancia de reportes por pérdida de presión de frenado por fuga de aire en la válvula repartidora de frenos o por la válvula de freno motor.

Se evidenció falla en el sistema de ABS, por la presencia de testigo en el tablero llegando a la conclusión que se generó por avería en el cableado del sensor de ABS.
- Carrocería: Las unidades de esta marca y carrocería en específico (Irizar I6S) contaron con mayor recurrencia de falla por choque de la unidad con otro

vehículo. Esto más que todo por negligencia del operador al momento de realizar maniobras con la unidad. Dado que estos fallos no están involucrados con fallas mecánicas, no serán tomados como objeto de estudio.

- **Motor:** Los rodajes de las poleas de ruptura y polea loca presentan desgaste propio de su uso que requieren atención inmediata ni bien se tiene un sonido inusual. En las unidades de esta marca se realiza un seguimiento constante a esto ya que un fallo de estos ocasionaría que se detenga el equipo por ya no tener en funcionamiento las correas de distribución lo cual desencadenaría en una falla mayor ya que rompería la sincronía de trabajo del motor.
- **Refrigeración:** Por ficha del componente, las bombas de agua tendrían que tener una vida útil de 250,000 km. antes de tener que ingresar por mantenimiento preventivo o cambio del componente de manera proactiva. Este componente presenta deterioro prematuro (fuga de refrigerante, corrosión interna) ocasionando un incorrecto paso del refrigerante por el motor dando paso a un sobrecalentamiento del mismo y condicionamiento de la operación del vehículo. Debido a las condiciones del trabajo, el radiador e intercooler se ven afectados por el barro y polvo acumulado en los terrenos que transita, dando paso al incorrecto enfriamiento del refrigerante y el aire comprimido respectivamente, produciendo un sobrecalentamiento en el motor.

4.3.3. Subsistemas con mayor potencial de falla Volkswagen 17.260

Se toma en cuenta la información recopilada de las unidades Volkswagen 17.260 para la elaboración de la Tabla 14.

Tabla 14

Frecuencia de falla unidades Volkswagen 17.260

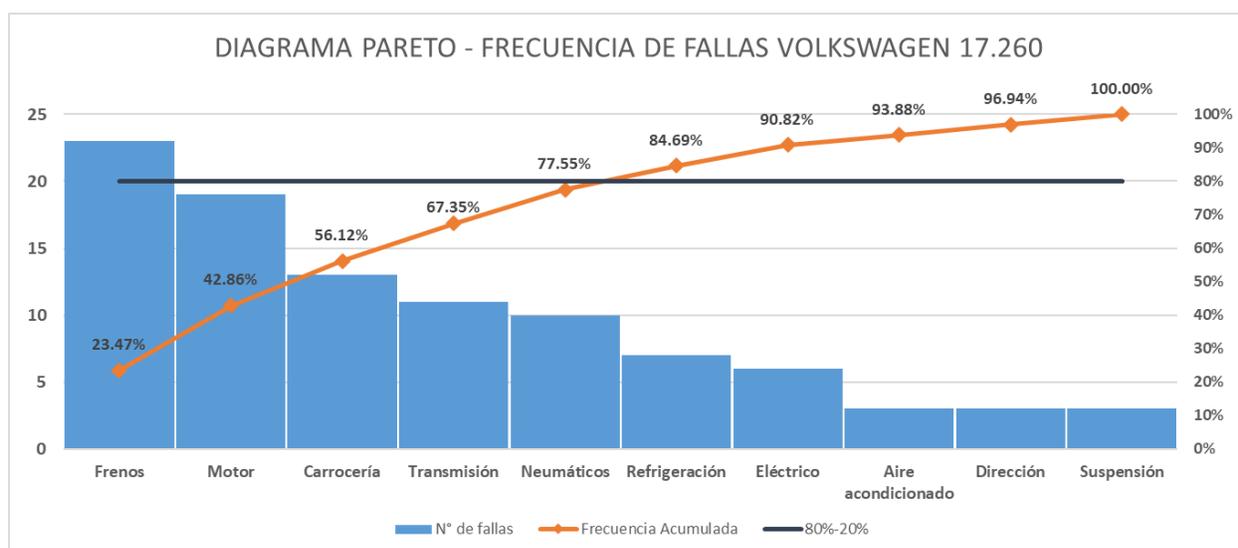
Sub-Sistema	N° de fallas	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada
Frenos	23	23.47%	23.47%
Motor	19	19.39%	42.86%
Carrocería	13	13.27%	56.12%
Transmisión	11	11.22%	67.35%
Neumáticos	10	10.20%	77.55%
Refrigeración	7	7.14%	84.69%
Eléctrico	6	6.12%	90.82%
Aire acondicionado	3	3.06%	93.88%
Dirección	3	3.06%	96.94%
Suspensión	3	3.06%	100.00%
Total de fallas en la frecuencia de tiempo asignada:			98

Nota: La tabla es elaboración propia. Fuente: Historial de unidades Volkswagen 17.260 Transportes Línea Quellaveco. (2024)

Con la información de la Tabla N°14 se procede a realizar el Diagrama de Pareto para poder determinar los subsistemas críticos.

Figura 22

Diagrama de Pareto para subsistemas de buses Volkswagen 17.260



Nota: El gráfico nos muestra los subsistemas que encuentran mayor implicancia en las unidades Volkswagen 17.260 entre Nov. 23 a Ago. 24. Fuente: Elaboración propia.

Apoyado por la información de la figura N°22 y tomando en cuenta el principio de Pareto explicado anteriormente, se deduce que el 20% de los subsistemas que presentan riesgo de falla inminente e impacto en la operatividad del vehículo son:

- Frenos: Las unidades Volkswagen 17.260 trabajan con freno de escape accionado por un pistón que no tiene mucha eficiencia de frenado. Esta baja eficiencia se ve condicionada por fallas eléctricas (corte eléctrico, falla en modulo ECU, sensores inoperativos, conexiones sueltas), causas mecánicas como el desgaste de los actuadores o válvulas de accionamiento, así como también defecto del componente por fábrica ya que no retiene los gases de escape en su totalidad.

En ciertas unidades aconteció que el pistón del freno motor se quedaba pegado dando como resultado el no permitir el paso de los gases de escape por el múltiple de escape, ocasionando pérdida de potencia de la unidad hasta el detenimiento del vehículo por completo.

- Motor: Los turbocompresores de estas unidades presentan una deficiencia en su vida útil dado la operación de estas unidades. La sobre revolución de un vehículo ocasiona daños en los álabes de la turbina y el compresor que desalinean el eje produciendo daños en la carcasa interna. Asimismo, se puede presentar daño en los empaques y cojinetes que darían el paso de aceite dentro del turbo compresor ocasionando que este ingrese a la cámara de combustión y produzca una pérdida de potencia por la deficiencia en la mezcla que producirá hollín que posteriormente se alojará en el turbocompresor dañando también el interior del mismo.

La sobre revolución por mala operación de estas unidades también ocasionaron que las unidades sufrieran desgaste en los componentes internos de motor provocando soplado de empaques, recalentamiento de motor con daño de componentes internos del motor como pistón, bielas, anillos, camisas, etc.

También se produjo el desperfecto de anillos de aceite y de compresión que ocasionaron el lavado de un pistón que produjo una pérdida de compresión y pérdida de potencia y deterioro de la camisa.

- Carrocería: Estas unidades tienen el mayor índice de rotura de parabrisas por caída de piedras en estas. Esto se puede atribuir al infortunio del operador, pero también se debe tomar en cuenta que para que eso pase se tuvo que estar a una distancia cercana al vehículo que esta adelante. A su vez, se tiene 11 roturas de espejos retrovisores en el lapso de tiempo de estudio.
- Transmisión: Se presentaron fallas con el módulo de transmisión (Modulo PTM Man) por falla de lectura de los sensores de avance y retroceso ocasionando la activación del testigo en el sinóptico que produjo obstrucción en el cambio de marchas por mala sincronización entre el módulo y los actuadores de la caja de transmisión.
- Neumáticos: Los neumáticos de estas unidades presentan deterioro a causa de un incorrecto alineamiento, desgaste de bujes y pines (condicionado por lo mencionado anteriormente, desgaste natural del componente o causa operacional), incorrecta presión en los neumáticos, falta de balanceo, la no rotación de los neumáticos para poder nivelar el desgaste que presenten los neumáticos. Para que una unidad se declare como inoperativa por este elemento,

debe presentar el neumático averiado o con una altura de cocada que esta por debajo del permitido en mina que por reglamento interno es de 4mm.

4.4. Determinación de causas de falla

Para poder tener un enfoque completo de las distintas causas que ocasionan el fallo de componentes o sistemas, se realizó una encuesta que ayudará a determinar las causas por las cuales las unidades son propensas a tener fallas. Se describe ello en la siguiente tabla.

Tabla 15

Reconocimiento causas por la cual se incurre en fallas

Causa de Falla	Recuento	Porcentaje
Deterioro por vida útil de componentes	11	28.9%
Falta de inspección periódica	8	21.1%
Operación de unidad	8	21.1%
Incorrecto procedimiento de plan de mantenimiento	6	15.8%
Área de trabajo inadecuado	3	7.9%
Personal técnico no adecuado para trabajos	2	5.3%
Conteo total:	38	100%

Nota: La tabla es elaboración propia. Fuente: Encuesta realizada a personal de la empresa Transportes Línea S.A. (2024)

4.5. Tablas AMEF en subsistemas críticos por marca

Se detallará por marca y evaluando los subsistemas más críticos, según se determinó en el diagrama Pareto, las tablas AMEF donde se nombrará los componentes que se vieron incurridos en fallas según el historial de mantenimiento de cada marca.

4.5.1. Tablas AMEF subsistemas críticos Scania K400IB 4x2

Se detallará las tablas AMEF para los subsistemas críticos que son motor, eléctrico, aire acondicionado y frenos.

Tabla 16

AMEF subsistema motor de bus Scania K400IB 4X2

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Filtros de aire	Limpia el aire que entra al motor, atrapando polvo, suciedad y otras partículas.	Obstrucción de filtro de aire	Pérdida de potencia del motor Daño a componentes internos de motor	Uso de filtro no recomendado por fabricante	8	1	2	16	Moderado
				Tiempo de vida útil	8	6	3	144	Riesgo Alto
				Falta de limpieza adecuada de filtro	7	5	2	70	Moderado
Turbo compresor	Elemento que aprovecha la energía de los gases de escape para comprimir el aire que ingresa al motor, quemar más combustible y generar mayor potencia.	Filtro de aire deteriorado	Ingreso de aire con impurezas al turbo y a la cámara de combustión	Incorrecto trabajo de limpieza de filtros de aire	5	5	2	50	Moderado
				Condiciones de trabajo	4	4	3	48	Moderado
				Mala calidad de filtro de aire	8	6	3	144	Riesgo Alto
		Fuga de aire entre filtro y turbo	Silbido en turbo compresor	Abrazaderas sueltas	6	5	3	90	Moderado
				Ductos de aire a compresor deteriorados	7	3	4	84	Moderado
		Desalineamiento de eje de turbina	Pérdida de potencia del motor Daño a los alabes de la turbina	Daño de los caracoles por partículas extrañas	6	3	6	108	Moderado
				Cojinetes de ejes con falta de lubricación	8	4	6	192	Riesgo Alto
				Aceite contaminado	7	4	3	84	Moderado
				Temperatura elevada de gases de escape	7	3	4	84	Moderado
				Sobre revolución de motor por mala operación	8	3	4	96	Moderado
		Fuga de aceite	Ingreso de aceite a la cámara de combustión que producirá humo azul y hollín.	Cojinetes agrietados	6	4	4	96	Moderado
				Perdida de estanqueidad por falla de sellos	8	3	3	72	Moderado
				Aceite contaminado	8	3	3	72	Moderado
Temperatura elevada de gases de escape	7			3	4	84	Moderado		

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema motor de Scania K400B. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 17

AMEF subsistema motor de bus Scania K400IB 4X2 (2)

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Intercooler	Enfría el aire comprimido que sale del turbo para su posterior ingreso al motor.	Obstrucción y suciedad en intercooler	Aire ingresado a cámara no tiene la temperatura óptima Reducción de flujo de aire	Presencia de barro o polvo en superficie de intercooler	8	6	4	192	Riesgo Alto
				Aire contaminado ingresado a turbo	9	4	5	180	Riesgo Alto
		Presencia de aceite en intercooler	Presencia de humo azul en gases de escape	Retorno de gas con aceite del EGR	7	3	5	105	Moderado
				Sellos de turbocompresor desgastados	7	3	4	84	Moderado
		Fuga de aire	Baja presión de aire ingresado a cámara de combustión Aumento de consumo de combustible	Aleta de intercooler agrietada	8	2	5	80	Moderado
				Sobrepresión	8	3	4	96	Moderado
				Mal montaje de intercooler	9	2	3	54	Moderado
Deterioro de uniones	8	3	4	96	Moderado				
Colector de admisión	Conducir el aire comprimido en cada uno de los cilindros del motor.	Deformación de componente	Pérdida de potencia por fugas de aire	Montaje inadecuado de componente	8	2	3	48	Moderado
				Temperatura elevada de aire de admisión	8	4	3	96	Moderado
				Vida útil de componente	7	3	4	84	Moderado
		Fugas de aire en las juntas	Mezcla pobre para combustión Ralentí inestable	Grieta en conducto	6	2	6	72	Moderado
				Ajuste incorrecto de tuercas de colector	7	4	4	112	Moderado
				Deterioro de empaque de colector	8	3	4	96	Moderado
Válvulas de admisión	Permitir el ingreso de aire en el cilindro según corresponda.	Deformación de válvula	Incorrecto ciclo de combustión Falla en sincronización de balancines	Mala calibración de válvula	8	5	4	160	Riesgo Alto
				Mal montaje de válvula	8	3	4	96	Moderado
				Sobre revolución de motor	7	4	4	112	Moderado
				Incorrecto ajuste de válvula	7	3	3	63	Moderado
				Muelle deficiente	5	3	6	90	Moderado
		Desgaste de material del componente	Pérdida de potencia de unidad	Guía de válvula desalineada con asiento o vástago	5	2	7	70	Moderado
				Deformación de asiento (Holgado o rajado)	6	3	6	108	Moderado
				Balancín desgastado	7	4	3	84	Moderado
				Material no adecuado para trabajo	9	2	5	90	Moderado
				Incorrecto cierre hermético de cámara de combustión	Combustión incompleta Falla en compresión	Desgaste de asiento de válvula	6	2	7
Mala calibración de válvula	8	3	5			120	Moderado		

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema motor de Scania K400B. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 18

AMEF subsistema motor de bus Scania K400IB 4X2 (3)

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Válvulas de escape	Permitir la salida de los gases producidos por la combustión del interior del cilindro.	Deformación de válvula	Incorrecto ciclo de combustión Falla en sincronización de balancines	Temperatura elevada de gases de escape	7	3	4	84	Moderado
				Mal montaje de válvula	8	3	4	96	Moderado
				Sobre revolución de motor	7	3	5	105	Moderado
				Carbonilla acumulada en válvula	6	4	4	96	Moderado
				Muelle deficiente	6	3	4	72	Moderado
		Sobrecalentamiento de componentes de válvula	Compresión inadecuada de cilindros Deterioro de componentes	Mezcla para combustión desvariada	7	5	3	105	Moderado
				Contaminación con carbonilla de vástago, retén, guía	6	4	4	96	Moderado
				Compresión de cilindro fuera de parámetros correctos	8	4	3	96	Moderado
				Fricción entre guía y vástago	5	2	7	70	Moderado
				Mala refrigeración de culata	8	2	5	80	Moderado
		Incorrecto deslizamiento de válvula por la guía	Vástago de válvula desgastado por encaje de material de la guía	Aceite contaminado	8	3	4	96	Moderado
				Mala lubricación de vástago	8	3	6	144	Riesgo Alto
				Deterioro de guía (Presencia de óxido)	5	2	7	70	Moderado
				Paso de refrigerante ineficaz	7	3	4	84	Moderado
		Deterioro de vástago	Combustión en cilindro afectada por falla en sellado	Contaminación con carbonilla de vástago, retén, guía	6	4	4	96	Moderado
				Mala lubricación de vástago	8	3	6	144	Riesgo Alto
				Fricción entre vástago y guía por desequilibrio	7	4	5	140	Riesgo Alto

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema motor de Scania K400B. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 19

AMEF subsistema motor de bus Scania K400IB 4X2 (4)

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Colector de escape	Recoger los gases que salen luego de la combustión para derivarlos al silenciador	Grietas en componente	Contaminación por gases nocivos al ambiente	Montaje inadecuado de componente	8	2	3	48	Moderado
				Vibraciones anómalas	5	4	4	80	Moderado
				Sensor de admisión de aire dañado (Temperatura de mezcla elevada)	7	2	4	56	Moderado
				Vida útil de componente	6	4	4	96	Moderado
		Fugas de gases por las juntas	Perdida de eficiencia de freno de escape Presencia de humo por motor	Grieta en conducto	8	3	6	144	Riesgo Alto
				Ajuste incorrecto de tuercas de colector	7	3	4	84	Moderado
				Presencia de carbonilla en colector	6	3	5	90	Moderado
		Deterioro de empaque de colector	8	3	4	96	Moderado		
Tensor de correas	Conservar la correa de distribución o accesorios con la tensión adecuada.	Desalineamiento de correas	Posible pérdida de sincronía en motor	Cambios bruscos de temperatura	9	4	3	108	Moderado
				Tiempo de uso	8	5	2	80	Moderado
				Rodillo tensor desajustado	6	4	4	96	Moderado
		Avería al tensor	Ruido incómodo al darle arranque al vehículo	Vida útil de tensor	8	6	3	144	Riesgo Alto
				Instalación inadecuada de componente	7	4	3	84	Moderado

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema motor de Scania K400B. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 20

AMEF subsistema eléctrico de bus Scania K400IB 4X2

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Alternador	Transformar el movimiento del motor en corriente eléctrica para recargar la batería y producir la energía para alimentar a los accesorios del vehículo.	Sobrecarga de batería	Daño a los componentes electrónicos Deterioro de batería Posible presencia de todos los testigos de avería por mala señal en sensores	Montaje inadecuado de alternador	6	2	4	48	Moderado
				Carbones desgastados	7	4	5	140	Riesgo Alto
				Rodajes de alternador quedan pegados	8	3	4	96	Moderado
				Regulador de voltaje averiado	8	5	4	160	Riesgo Alto
				Bobina deteriorada	6	3	5	90	Moderado
		Carga baja	Progresivamente la batería se irá descargando hasta el momento de apagarse el vehículo. Luces en general tendrán intensidad baja Dificultad para arrancar	Incorrecta tensión en polea de alternador	7	3	3	63	Moderado
				Avería en rodajes desalinean rotor	8	3	4	96	Moderado
				Bobina deteriorada	5	3	5	75	Moderado
				Regulador de voltaje averiado	8	5	5	200	Riesgo Alto
				No hay contacto entre colector y carbones	7	4	5	140	Riesgo Alto
Batería	Almacenar y suministrar la corriente eléctrica al vehículo. Para encender la unidad, brinda corriente para alimentar el arrancador y sistema de encendido.	Voltaje de salida de batería baja o nula	Vehículo no puede encenderse	Desuso de vehículo	8	2	2	32	Moderado
				Uso de batería no adecuada para capacidad de consumo de corriente	7	6	3	126	Riesgo Alto
				Vida útil de batería	7	4	3	84	Moderado
				Uso de componentes eléctricos sin encender el motor	7	3	2	42	Moderado
		Avería interna en batería	Riesgo de incendio No se almacena corriente eléctrica	Sobrecarga por falla de alternador	9	4	4	144	Riesgo Alto
				Defecto de fabricación	8	3	3	72	Moderado
				Nivel líquido de batería bajo	5	4	4	80	Moderado
		Presencia de sulfatación en bornes de batería	Reducción de capacidad para almacenar carga	Pase de corriente constante	7	6	3	126	Riesgo Alto
				Calentamiento excesivo	8	3	5	120	Moderado
				Nivel de carga de batería bajo	8	3	3	72	Moderado

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema eléctrico de Scania K400B. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 21

AMEF subsistema eléctrico de bus Scania K400IB 4X2 (2)

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Arrancador	Proporciona el torque necesario para que el volante gire y de paso al funcionamiento del motor.	Quemadura de componente	Presencia de humo al intentar arrancar el vehículo	Falla en chapa de contacto	7	3	4	84	Moderado
				Sobrecarga	8	3	4	96	Moderado
				Desalineamiento de volante	8	2	5	80	Moderado
				Estator con ingreso de agua en armazón	9	2	4	72	Moderado
				Embrague de rueda libre no se suelta al alcanzar velocidad	8	3	4	96	Moderado
		Unidad no enciende al accionar la llave en la chapa de contacto	Unidad no realiza la combustión requerida para poder empezar su funcionamiento	Bornes de terminales eléctricas de solenoide a motor eléctrico mal ajustados	6	4	3	72	Moderado
				Horquilla de mando no recorre por el eje	7	3	5	105	Moderado
				Batería sin carga	7	5	2	70	Moderado
				Carbones de escobillas desgastados	8	4	5	160	Riesgo Alto
				Conexión de chapa al arrancador en mal estado	6	4	3	72	Moderado
				Bobina de solenoide averiada o quemada	7	4	5	140	Riesgo Alto
				Bendix no realiza contacto con volante	8	3	4	96	Moderado
				Engranaje planetario con falta de lubricación	8	3	5	120	Moderado
Multiplex	Display encargado de controlar las funciones de carrocería del vehículo (luces, bodegas, puertas, W.C.)	Comandos no se accionan	Mal funcionamiento de componentes electrónicos y pérdida de comunicación con módulo de carrocería	Desoldado de pines de componentes a placa base	7	3	5	105	Moderado
				Desconfiguración de software	10	5	4	200	Riesgo Alto
				Contaminación de placa de digiplex	5	3	7	105	Moderado
				Cortocircuito en cableado a actuadores	8	2	6	96	Moderado
				Falla de información de módulo de carrocería	7	2	6	84	Moderado
				Conexión defectuosa de Multiplex	7	3	3	63	Moderado

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema eléctrico de Scania K400B. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 22

AMEF subsistema eléctrico de bus Scania K400IB 4X2 (3)

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Modulo ECU	Controlar y regular los parámetros del motor para que opere de forma óptima.	Avería de componente	El funcionamiento de distintos componentes se ve afectado (Retardador, ventilador, reloj de temperatura)	Inversión de polaridad por mal procedimiento de paso de corriente	9	2	4	72	Moderado
				Frecuencia de paso de corriente alta	9	5	3	135	Riesgo Alto
				Trabajos de soldadura sin desconectar batería	9	2	2	36	Moderado
				Cortocircuito	9	2	5	90	Moderado
				Pines de componentes internos desgastados	8	2	7	112	Moderado
				Ingreso de agua a placa de módulo	10	2	3	60	Moderado
		Anomalía de motor activo de forma constante	Perdida de potencia de motor	Pines de componentes internos desgastados	8	2	7	112	Moderado
				Sobrecalentamiento	8	3	5	120	Moderado
				Contaminación interna de módulo	9	2	4	72	Moderado
				Avería en sensor de revoluciones T74	8	6	3	144	Riesgo Alto
				Sobrecarga de tensión	9	4	5	180	Riesgo Alto
Sensor de revoluciones	Medir la velocidad a la que gira el cigüeñal y enviar esta información a la unidad de control del motor	Error de lectura por ECU	Señal de régimen de giro demasiado bajo para ser detectado por la dirección	Mala conexión de sensor	8	3	4	96	Moderado
				Módulo ECU averiado	10	5	4	200	Riesgo Alto
		Avería de sensor	Reducción de par motor en un 30% Régimen de ralentí alto del motor más bajo de lo normal	Tiempo de uso	8	2	6	96	Moderado
				Cable de sensor deteriorado	8	4	3	96	Moderado
				Falla en receptores de señal de sensor en módulo ECU	9	2	6	108	Moderado

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema eléctrico de Scania K400B. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 23

AMEF subsistema aire acondicionado de bus Scania K400IB 4X2

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual						
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado		
Compresor	Comprimir el gas refrigerante del evaporador para poder derivarlo en alta presión al condensador.	Falla en válvula de succión o descarga	Daño al compresor por mala regulación de presión Fuga de gas refrigerante	Rajadura de mangueras	9	4	3	108	Moderado		
				Uso de gas refrigerante inadecuado	8	2	7	112	Moderado		
				Desgaste de válvulas de servicio	6	4	5	120	Moderado		
		Desgaste de anillos de pistón	Gas comprimido ingresado al condensador con baja presión Interior de cilindros con desgaste	Sobrecalentamiento de compresor	8	3	5	120	Moderado		
				Aceite de compresor contaminado	9	4	5	180	Riesgo Alto		
		Compresor deja de funcionar de forma repentina	El aire ingresado al salón deja de enfriarse	Embrague magnético se queda pegado	9	5	3	135	Riesgo Alto		
				Corte eléctrico en sistema eléctrico de A/C	8	4	5	160	Riesgo Alto		
				Rotura de faja de compresor	10	3	3	90	Moderado		
				Falla en termostato del sistema A/C	8	3	5	120	Moderado		
		Condensador	Reducir la temperatura del refrigerante y llevarlo al estado líquido para recircular en el proceso de evaporación.	Ventilador fuera de funcionamiento	No se disipa el calor del refrigerante para que pueda ingresar a la válvula de expansión	Suciedad acumulada	6	6	4	144	Riesgo Alto
Corte eléctrico en motor de ventilador	8					3	5	120	Moderado		
Ejes de ventilador desalineados	6					3	6	108	Moderado		
Fuga de gas refrigerante	Testigo activo en Display de mal función			Radiador de evaporador con partes desoldadas	8	3	5	120	Moderado		
				Desgaste de las uniones	7	4	4	112	Moderado		
				Golpe al componente (Aletas dobladas)	9	2	6	108	Moderado		
Obstrucción de canales de condensador	No se realiza el intercambio de calor No se puede convertir en líquido el refrigerante			Desgaste interno por suciedad (Falta de mantenimiento)	8	2	7	112	Moderado		
				Aletas y tuberías en mal estado por exposición a sales	4	8	3	96	Moderado		
Sensor de temperatura cabina	Medir la temperatura de retorno para promediar la temperatura de ingreso a los conductos			Temperatura de aire ingresado a cabina no corresponde con el seleccionado	Puede encender y apagar el compresor de manera irregular	Display de control de A/C averiado	7	4	3	84	Moderado
						Cortocircuito en cableado	8	3	5	120	Moderado
		Sensor atascado en posición fija	8			4	5	160	Riesgo Alto		
		Conexión de sensor a módulo de A/C suelto	9			3	4	108	Moderado		

Nota: El cuadro muestra las fallas en componentes relacionados al subsistema aire acondicionado de Scania K400B. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 24

AMEF subsistema aire acondicionado de bus Scania K400IB 4X2 (2)

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	A OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Evaporador	Convertir el refrigerante líquido a gaseoso mediante intercambiadores de calor para luego poder ser ingresados a los ductos de aire acondicionado de cabina	Error de funcionamiento	Evaporador no enfría	Sopladores centrífugos en mal estado	9	5	3	135	Riesgo Alto
				Corrosión de aletas (mal olor)	7	4	4	112	Moderado
				Fuga de refrigerante por aletas	8	4	4	128	Riesgo Alto
				Obstrucción por acumulación de suciedad	9	4	4	144	Riesgo Alto
				Falla en filtro secador por ingreso de humedad	9	3	4	108	Moderado
		Congelamiento en interior de serpentines del evaporador	Ingreso nulo de aire a cabina o de granizado leve	Suciedad en ductos del evaporador o exteriormente	9	4	4	144	Riesgo Alto
				Válvula de expansión no emite presión adecuada del refrigerante	9	4	5	180	Riesgo Alto
				Termostato no varía las revoluciones de giro de motores de ventilador	8	3	5	120	Moderado
Válvula de expansión	Encargado de regular la presión y cantidad de ingreso de refrigerante al evaporador y salida de temperatura del mismo.	Fuga de refrigerante	Baja presión de ingreso al evaporador	Conexión de entrada o salida mal instalado	8	3	5	120	Moderado
				Caja de diafragma con pérdida de estanqueidad	9	3	5	135	Riesgo Alto
		Válvula se queda abierta	Presión de refrigerante retorno a compresor más alta de lo normal generando una presión de salida al condensador más alta también	Desgaste de diafragma de bulbo	9	2	6	108	Moderado
				Sobrepresión	10	3	4	120	Moderado
				Incorrecto ajuste de guía del resorte	8	4	3	96	Moderado
				Falla en bulbo remoto en lectura de temperatura de salida de evaporador	9	6	3	162	Riesgo Alto
		Cantidad inadecuada de refrigerante en el evaporador	Generación de hielo en el evaporador Flujo de aire en la cabina desvariada	Diafragma no se acciona completamente	8	3	5	120	Moderado
				Válvula solenoide de ingreso de refrigerante a válvula de expansión defectuoso	10	4	3	120	Moderado
				Fuga de refrigerante por el colector	8	3	4	96	Moderado
				Contaminación del refrigerante (Obstrucción de filtro de protección)	8	3	6	144	Riesgo Alto

Nota: El cuadro muestra las fallas en componentes relacionados al subsistema aire acondicionado de Scania K400B. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 25

AMEF subsistema frenos de bus Scania K400IB 4X2

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Retardador hidrodinámico	Ralentizar la velocidad de un vehículo sin usar frenos de servicio al chocar aceite de su depósito independiente contra las palas del estator dentro de la caja de ralentizador para reducir la velocidad del eje cardán.	Testigo activo de avería en ralentizador	Baja eficiencia de frenado	Resorte de engranaje helicoidal desgastado	9	4	5	180	Riesgo Alto
				Sensor de temperatura de retarder averiado	9	3	4	108	Moderado
				Mala refrigeración del aceite en retarder	9	4	3	108	Moderado
				Válvula de ingreso de aceite a circuito de rotor-estator averiado	10	2	6	120	Moderado
				Modulo ECU emite señal incorrecta de activación al retarder	9	3	4	108	Moderado
				Incorrecta sincronía entre engranaje de salida de retarder y engranaje de salida de transmisión	10	2	6	120	Moderado
				Desfase en frecuencia de cambio de aceite del retarder	9	2	2	36	Moderado
				Interruptor de control de potencia de frenado averiado	7	4	4	112	Moderado
				Uso de aceite no adecuado para bloqueo hidráulico	9	2	4	72	Moderado
				Falla en electroválvula de compresión de aire para ingreso de aceite	8	3	6	144	Riesgo Alto
Freno de escape	Reducir la velocidad del vehículo mediante la contrapresión del motor al sellar el paso de gases de escape.	Actuador se queda activado	Perdida de potencia de unidad Elevación de temperatura de motor	Acumulación de hollín o residuos en conductos impide retorno de mariposa	5	6	3	90	Moderado
				Falla eléctrica de válvula solenoide	6	4	3	72	Moderado
				Actuador neumático dañado	7	5	4	140	Riesgo Alto
		Pistón de freno de escape no se acciona	Dificultad para bajar pendientes para operador (empleo de retarder hidrodinámico)	No se emite señal eléctrica al actuador para su accionamiento	5	4	5	100	Moderado
				Interruptor averiado	6	6	2	72	Moderado
				Fugas de aire por conducto al actuador	7	7	3	147	Riesgo Alto
				Actuador neumático dañado	7	6	4	168	Riesgo Alto

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema frenos de Scania K400B. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 26

AMEF subsistema frenos de bus Scania K400IB 4X2 (2)

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Zapatras	Mecanismo encargado de sostener las fajas de freno para ejercer presión sobre los tambores para frenar.	Desprendimiento de alguna de las zapatas	Deterioro disparejo de fajas de freno Desbalanceo en la frenada	Montaje inadecuado	8	4	3	96	Moderado
				Falla en resorte reguladora de zapatas	5	4	3	60	Moderado
		Desgaste de componente	Frenos pueden llegar a no friccionar con el tambor	Montaje inadecuado	8	4	3	96	Moderado
				Corrosión de material	5	5	3	75	Moderado
Fajas de freno	Generar fricción con el tambor de freno para disminuir la velocidad.	Asimetría en la fuerza de frenado	Conductor puede tener jaloneos del vehículo en dirección de rueda con asimetría Frenado desigual	Contaminación superior de forros	8	2	3	48	Moderado
				Incorrecto remachado de fajas	9	2	3	54	Moderado
				Mala regulación de ratchet	6	4	3	72	Moderado
		Desgaste de forro de faja	Poca eficiencia de frenado	Falta de limpieza de fajas	4	3	5	60	Moderado
				Vida útil de componente	4	2	5	40	Moderado
				Sobrecalentamiento	7	2	5	70	Moderado
Cristalización	Frenos patinan en el tambor, no llegando a desacelerar	Recalentamiento de frenos por uso excesivo	9	3	6	162	Riesgo Alto		
Tambor de freno	Brindar una superficie para que las fajas ejerzan fricción.	Quebradura de superficie externa o rayaduras internas	Golpeteo en frenado al perder geometría de componente Baja eficiencia de frenado	Instalación inadecuada	9	3	2	54	Moderado
				Impacto con agente externo	7	2	5	70	Moderado
				Choque térmico	9	4	5	180	Riesgo Alto
		Deformación de tambores	Vibraciones al frenar Perdida de efectividad de frenado	Falta de limpieza interna	7	5	3	105	Moderado
				Golpe a componente	7	2	5	70	Moderado
				Cambio brusco de temperatura	8	3	4	96	Moderado
Cristalización	Chillido al accionar frenos Perdida de adherencia tambor-faja	Recalentamiento de frenos por uso excesivo	9	3	5	135	Riesgo Alto		

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema frenos de Scania K400B. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 27

AMEF subsistema frenos de bus Scania K400IB 4X2 (3)

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Circuito de aire comprimido	Distribuir el aire comprimido a todo el circuito neumático.	Taponamiento de cañerías de aire	Eficiencia de frenado bajo	Falta de inspección de cañerías	6	4	3	72	Moderado
				Aire con partículas extrañas en ductos	7	4	3	84	Moderado
		Fuga de aire	Pedal de freno puede irse en banda Si se presenta una fuga masiva se accionará el freno de estacionamiento	Carencia de mantenimiento	7	4	7	196	Riesgo Alto
				Abrazaderas y uniones sueltas	6	3	3	54	Moderado
				Corrosión de tuberías	5	3	6	90	Moderado
Cámara de freno	Actuadores encargados de transformar la presión del aire en movimiento mecánico para aplicar los frenos del vehículo.	Avería de componente	Retardo en accionamiento de frenos	Leva S y Horquilla de salida de pulmón mal regulado	7	4	3	84	Moderado
				Resortes fracturados	9	3	4	108	Moderado
				Deterioro de componentes internos	8	3	4	96	Moderado
		Fuga de aire por diafragma	Resorte de freno no es accionado completamente	Abrazadera de diafragma suelto	6	6	4	144	Riesgo Alto
				Acople de ingreso de aire averiado	5	4	3	60	Moderado
				Tiempo de uso	6	5	4	120	Moderado
Compresor de aire	Bombear aire a los depósitos que alimentan el sistema de freno.	Avería	Pérdida de presión de aire en sistema de frenado	Empaques desgastados	7	3	4	84	Moderado
				Falta de lubricación	7	3	4	84	Moderado
				Refrigeración inadecuada	8	2	4	64	Moderado
				Pistón de compresor se queda pegado	8	3	3	72	Moderado
		Desgaste de componente	Pérdida de velocidad de carga de aire y estanqueidad	Accionamiento de pistón en vacío	7	2	5	70	Moderado
				Falta de mantenimiento	6	3	4	72	Moderado
				Anillos de pistón averiado	8	3	3	72	Moderado

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema frenos de Scania K400B. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 28

AMEF subsistema frenos de bus Scania K400IB 4X2 (4)

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Válvula APS	Comandar la distribución de aire en el vehículo y eliminar la humedad e impurezas del aire.	Falla eléctrica	Testigo activo de anomalía en APS Mal distribución de aire en conductos	Sensor de presión de aire salida averiado	9	3	3	81	Moderado
				Memoria de APS desincronizada de ECU por cortocircuito	10	2	5	100	Moderado
				Solenoides de válvula salida deteriorada	9	3	6	162	Riesgo Alto
		Embotellamiento de conductos	Presión nula o reducida por válvula afectada	Filtro secador de aire averiado	9	4	3	108	Moderado
				Desgaste de componente	9	3	3	81	Moderado
				Contaminación interna por suciedad	8	3	4	96	Moderado
		Fuga de aire	Pérdida de presión en circuito de aire comprimido	Válvula de desfogue pegada	8	5	3	120	Moderado
				Filtro secador mal instalado	10	3	3	90	Moderado
				Deterioro de una unión de las diferentes vías del APS (entrada-salida de aire)	8	5	3	120	Moderado
Ajustadores automáticos	Ajustar la regulación de las zapatas con respecto al tambor de freno.	Deterioro de chicharras de freno	Pedal de freno largo No se da la distancia adecuada entre tambor-faja	Conexión de gavlán a estrías suelta	5	3	5	75	Moderado
				Falta de engrase en ratchet	5	4	4	80	Moderado
				Uso de componente no adecuado	6	1	5	30	Moderado
				Ajuste de salida de pulmón a horquilla inadecuada	5	3	4	60	Moderado
				Vida útil de componente	6	4	4	96	Moderado

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema frenos de Scania K400B. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

4.5.2. Tablas AMEF subsistemas críticos Volvo B380R 4X2

Se detallará las tablas AMEF para los subsistemas eléctrico, frenos, motor y refrigeración de las unidades Volvo.

Tabla 29

AMEF subsistema eléctrico de bus Volvo B380R 4X2

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Alternador	Transformar el movimiento del motor en corriente eléctrica para recargar la batería y producir la energía para alimentar a los accesorios del vehículo.	Sobrecarga de batería	Daño a los componentes electrónicos Deterioro de batería Posible presencia de todos los testigos de avería por mala señal en sensores	Montaje inadecuado de alternador	6	2	4	48	Moderado
				Carbones desgastados	7	5	6	210	Riesgo Alto
				Rodajes de alternador quedan pegados	8	3	4	96	Moderado
				Regulador de voltaje averiado	8	5	5	200	Riesgo Alto
				Bobina deteriorada	6	3	5	90	Moderado
		Carga baja	Progresivamente la batería se irá descargando hasta el momento de apagarse el vehículo. Luces en general tendrán intensidad baja Dificultad para arrancar	Incorrecta tensión de faja en polea de alternador	7	3	3	63	Moderado
				Avería en rodajes desalinean rotor	8	3	4	96	Moderado
				Bobina deteriorada	5	3	5	75	Moderado
				Regulador de voltaje averiado	8	5	4	160	Riesgo Alto
				No hay contacto entre colector y carbones	7	4	6	168	Riesgo Alto
Multiplex	Display encargado de controlar las funciones de carrocería del vehículo (luces, bodegas, puertas, W.C.)	Comandos no se accionan	Mal funcionamiento de componentes electrónicos y pérdida de comunicación con módulo de carrocería	Desoldado de pines de componentes a placa base	7	3	5	105	Moderado
				Desconfiguración de software	10	5	4	200	Riesgo Alto
				Contaminación de placa de digiplex	5	3	7	105	Moderado
				Cortocircuito en cableado a actuadores	8	2	6	96	Moderado
				Falla de información de módulo de carrocería	7	2	6	84	Moderado
				Conexión defectuosa de Multiplex	7	3	3	63	Moderado

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema eléctrico de Volvo B380R. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 30

AMEF subsistema eléctrico de bus Volvo B380R 4X2 (2)

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Batería	Almacenar y suministrar la corriente eléctrica al vehículo. Para encender la unidad, brinda corriente para alimentar el arrancador y sistema de encendido.	Voltaje de salida de batería baja o nula	Vehículo no puede encenderse	Desuso de vehículo	8	2	2	32	Moderado
				Vida útil de batería	7	4	3	84	Moderado
				Uso de componentes eléctricos sin encender el motor	7	3	2	42	Moderado
		Avería interna en batería	Riesgo de incendio No se almacena corriente eléctrica	Sobrecarga por falla de alternador	9	4	4	144	Riesgo Alto
				Defecto de fabricación	8	3	3	72	Moderado
				Nivel líquido de batería bajo	5	4	4	80	Moderado
		Presencia de sulfatación en bornes de batería	Reducción de capacidad para almacenar carga	Pase de corriente constante	7	3	3	63	Moderado
				Calentamiento excesivo (Electrolitos alto)	9	3	6	162	Riesgo Alto
				Nivel de carga de batería bajo	8	3	3	72	Moderado
				Falla en chapa de contacto	7	3	4	84	Moderado
Arrancador	Proporciona el torque necesario para que el volante gire y de paso al funcionamiento del motor.	Quemadura de componente	Presencia de humo al intentar arrancar el vehículo	Sobrecarga	8	3	4	96	Moderado
				Desalineamiento de volante	8	2	5	80	Moderado
				Estator con ingreso de agua en armazón	9	2	4	72	Moderado
				Embrague de rueda libre no se suelta al alcanzar velocidad	8	3	4	96	Moderado
				Bornes de terminales eléctricas de solenoide a motor eléctrico mal ajustados	6	4	3	72	Moderado
		Unidad no enciende al accionar la llave en la chapa de contacto	Unidad no realiza la combustión requerida para poder empezar su funcionamiento	Horquilla de mando no recorre por el eje	7	3	5	105	Moderado
				Batería sin carga	7	3	2	42	Moderado
				Carbones de escobillas desgastados	8	4	6	192	Riesgo Alto
				Conexionado de chapa al arrancador en mal estado	6	4	5	120	Moderado
				Bobina de solenoide averiada o quemada	7	4	6	168	Riesgo Alto
				Bendix no realiza contacto con volante	8	3	4	96	Moderado
				Engranaje planetario con falta de lubricación	8	4	6	192	Riesgo Alto

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema eléctrico de Volvo B380R. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 31

AMEF subsistema frenos de bus Volvo B380R 4X2

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Freno motor (VEB)	Modificar el funcionamiento de las válvulas de escape del motor para que este actúe como un compresor de aire que absorbe la potencia.	Falla en actuador de válvula VCB	Pérdida de control de frenado	ECU de motor no emite señal a Solenoide VCB	8	3	5	120	Moderado
				Palanca de freno auxiliar haciendo falso contacto	7	4	5	140	Riesgo Alto
		Perdida de sincronía en accionamiento de apertura y cierre de válvulas de escape al activar VCB	Efectividad de frenado solo condicionada por el EGP	Solenoide averiado	8	3	4	96	Moderado
				Mala señal de activación de válvula solenoide VCB	7	3	5	105	Moderado
				Válvulas de escape descalibradas	8	2	6	96	Moderado
				Baja presión de lubricación en tren de balancines	8	3	7	168	Riesgo Alto
				Perdida de contacto con levas pequeñas	7	3	5	105	Moderado
Regulador de Presión de gases de escape (EGP)	Reducir la velocidad del vehículo mediante la contrapresión del motor al sellar el paso de gases de escape.	Obturador se queda activado	Perdida de potencia de unidad por baja revolución de turbina de turbocompresor Elevación de temperatura de motor	Exceso de presión de aire en válvula gobernadora	7	4	4	112	Moderado
				Error de señal de ECU a AVU (unidad de válvula de aire) para accionar cilindro de aire comprimido	6	3	6	108	Moderado
				Actuador neumático dañado	9	4	5	180	Riesgo Alto
		Obturador no se acciona	Freno de motor pierde eficiencia por no generarse el vacío para poder ralentizar las revoluciones del cigüeñal	No se emite señal eléctrica al AVU para accionamiento de cilindro de aire comprimido	8	3	6	144	Riesgo Alto
				Interruptor del tablero de mandos averiado	7	3	5	105	Moderado
				Fugas de aire por conducto al actuador	8	3	4	96	Moderado
				Actuador neumático dañado	9	4	5	180	Riesgo Alto
Circuito de aire comprimido	Distribuir el aire comprimido a todo el circuito neumático.	Taponamiento de cañerías de aire	Eficiencia de frenado bajo	Falta de inspección de cañerías	6	4	3	72	Moderado
				Aire con partículas extrañas en ductos	7	4	2	56	Moderado
		Fuga de aire	Pedal de freno puede irse en banda Si se presenta una fuga masiva se accionará el freno de estacionamiento	Carencia de mantenimiento	6	3	7	126	Riesgo Alto
				Abrazaderas y uniones sueltas	5	3	3	45	Moderado
				Corrosión de tuberías	5	3	6	90	Moderado

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema frenos de Volvo B380R. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 32

AMEF subsistema frenos de bus Volvo B380R 4X2 (2)

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Caliper de freno	Aplicar presión sobre las pastillas de freno para que friccionen con el disco de freno para desacelerar la unidad.	Mordaza de caliper pegado	Pastillas se quedan accionadas contra disco ocasionando sobrecalentamiento de frenos	Funda de guía deteriorada	6	5	3	90	Moderado
				Incorrecta calibración de pastillas	7	4	3	84	Moderado
				Sobrepresión de cilindro de freno	7	3	4	84	Moderado
				Pistones de accionamiento de mordaza averiados	8	4	3	96	Moderado
				Falta de mantenimiento de guía de caliper	7	4	4	112	Moderado
		Juego en bocinas y pin de caliper	Sonido de lata en ruedas al accionar los frenos o pasar por baches	Exposición a la suciedad	6	4	4	96	Moderado
				Falta de engrase de bocinas	5	4	5	100	Moderado
				Seguro de pastillas suelto	7	5	4	140	Riesgo Alto
Pastillas de freno	Crear fricción con los discos de freno para reducir la velocidad del vehículo.	Asimetría en la fuerza de frenado	Conductor puede tener jalones del vehículo en dirección de rueda con asimetría Frenado desigual	Contaminación superficial de pastilla	8	4	3	96	Moderado
				Montaje incorrecto de pastillas	8	2	3	48	Moderado
				Pistón de caliper averiado	8	4	3	96	Moderado
		Desgaste de pasta de pastilla	Poca eficiencia de frenado	Falta de limpieza de pastillas	6	3	5	90	Moderado
				Vida útil de componente	5	6	3	90	Moderado
				Sobrecalentamiento	8	4	3	96	Moderado
		Cristalización	Frenos patinan en el disco, no llegando a desacelerar	Choque térmico	9	3	4	108	Moderado
				Recalentamiento de frenos por uso excesivo	8	4	3	96	Moderado

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema frenos de Volvo B380R. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 33*AMEF subsistema frenos de bus Volvo B380R 4X2 (3)*

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Discos de freno	Reducir la velocidad mediante la fricción con las pastillas de freno.	Oxidación de componente	Disminución de fricción Desgaste prematuro de pastillas	Factores ambientales adversos	7	3	3	63	Moderado
				Exposición a la humedad	8	4	3	96	Moderado
		Deformación o grietas en disco	Perdida de fricción entre disco y pastilla Vibraciones al frenar	Choque térmico	9	4	5	180	Riesgo Alto
				Impacto externo	8	2	4	64	Moderado
				Fatiga del material	8	3	4	96	Moderado
				Sobrecalentamiento	7	4	3	84	Moderado
		Desgaste excesivo	Perdida de eficiencia de frenado	Mala operación del vehículo	8	4	6	192	Riesgo Alto
				Mordaza de caliper pegado	8	3	6	144	Riesgo Alto
				Uso excesivo de frenos	7	4	3	84	Moderado
				Calidad de pastillas inadecuada	6	4	3	72	Moderado
Pulmón de freno	Actuadores encargados de transformar la presión del aire en movimiento mecánico para aplicar los frenos del vehículo.	Avería de componente	Retardo en accionamiento de frenos	Horquilla a pistón de caliper mal regulado	7	4	3	84	Moderado
				Resortes fracturados	9	3	4	108	Moderado
				Deterioro de componentes internos	8	3	4	96	Moderado
		Fuga de aire por diafragma	Resorte de freno no es accionado completamente	Abrazadera de diafragma suelto	6	4	4	96	Moderado
				Acople de ingreso de aire averiado	5	5	3	75	Moderado
				Tiempo de uso	6	4	4	96	Moderado

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema frenos de Volvo B380R. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 34

AMEF subsistema frenos de bus Volvo B380R 4X2 (4)

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Compresor de aire	Bombear aire a los depósitos que alimentan el sistema de freno.	Avería	Pérdida de presión de aire en sistema de frenado	Empaques desgastados	7	2	4	56	Moderado
				Falta de lubricación	7	3	4	84	Moderado
				Refrigeración inadecuada	8	2	4	64	Moderado
		Desgaste de componente	Pérdida de velocidad de carga de aire y estanqueidad	Pistón de compresor se queda pegado	8	3	3	72	Moderado
				Accionamiento de pistón en vacío	7	2	5	70	Moderado
				Falta de mantenimiento	6	3	4	72	Moderado
Anillos de pistón averiado	8	3	3	72	Moderado				
Filtro secador de aire	Filtrar las partículas y humedad que pueda ingresar en el sistema neumático.	Salida de aire contaminada	Ingreso de aire con humedad al circuito Desgaste de tuberías	Poca capacidad de absorción de humedad e impurezas por el filtro	9	3	3	81	Moderado
				Uniones de válvulas sueltas	6	4	4	96	Moderado
				Desgaste de válvula 4 vías	9	4	5	180	Riesgo Alto
		Rotura de carcasa de filtro	Contaminación del circuito de aire comprimido	Impacto de componente	8	2	4	64	Moderado
				Mala instalación de filtro	8	3	5	120	Moderado
		Obstrucción de secador	Disminución de presión de aire Riesgo de corrosión en sistema neumático	Contaminación de microesferas de sílice en el interior	7	2	7	98	Moderado
				Desgaste de elemento filtrante	9	3	3	81	Moderado
				Uso de filtros no originales	9	3	2	54	Moderado
				Cambio de componente fuera de frecuencia de cartilla	8	4	3	96	Moderado
Sistema de frenos antibloqueo (ABS)	Optimizar la fuerza de frenado, evitando el bloqueo de las ruedas y garantizando la estabilidad direccional.	Avería en funcionalidad del sistema	Ruedas se bloquean	Fallo en sensor de velocidad de ruedas	4	3	4	48	Moderado
				Pérdida de señal o lectura errónea de módulo ECU	6	3	3	54	Moderado
				Pico de tensión en sistema eléctrico	5	2	4	40	Moderado

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema frenos de Volvo B380R. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 35

AMEF subsistema motor de bus Volvo B380R 4X2

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Filtros de aire	Limpia el aire que entra al motor, atrapando polvo, suciedad y otras partículas.	Obstrucción de filtro de aire	Perdida de potencia del motor Daño a componentes internos de motor	Uso de filtro no recomendado por fabricante	8	1	2	16	Moderado
				Tiempo de vida útil	7	4	3	84	Moderado
				Falta de limpieza adecuada de filtro	7	5	2	70	Moderado
Turbo compresor	Elemento que aprovecha la energía de los gases de escape para comprimir el aire que ingresa al motor, quemar más combustible y generar mayor potencia.	Filtro de aire deteriorado	Ingreso de aire con impurezas al turbo y a la cámara de combustión	Incorrecto trabajo de limpieza de filtros de aire	5	5	2	50	Moderado
				Condiciones de trabajo	4	4	3	48	Moderado
				Mala calidad de filtro de aire	7	4	3	84	Moderado
		Fuga de aire entre filtro y turbo	Silbido en turbo compresor	Abrazaderas sueltas	6	5	3	90	Moderado
				Ductos de aire a compresor deteriorados	7	3	4	84	Moderado
		Desalineamiento de eje de turbina	Perdida de potencia del motor Daño a los alabes de la turbina	Daño de los caracoles por partículas extrañas	6	3	6	108	Moderado
				Cojinetes de ejes con falta de lubricación	8	4	7	224	Riesgo Alto
				Aceite contaminado	7	4	3	84	Moderado
				Temperatura elevada de gases de escape	7	3	5	105	Moderado
		Fuga de aceite	Ingreso de aceite a la cámara de combustión que producirá humo azul y hollín.	Sobre revolución de motor por mala operación	8	3	5	120	Moderado
				Cojinetes agrietados	6	4	4	96	Moderado
				Perdida de estanqueidad por falla de sellos	8	3	3	72	Moderado
Aceite contaminado	8			3	3	72	Moderado		
Temperatura elevada de gases de escape	7			3	4	84	Moderado		

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema motor de Volvo B380R. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 36*AMEF subsistema motor de bus Volvo B380R 4X2 (2)*

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Intercooler	Enfría el aire comprimido que sale del turbo para su posterior ingreso al motor.	Obstrucción y suciedad en intercooler	Aire ingresado a cámara no tiene la temperatura óptima Reducción de flujo de aire	Presencia de barro o polvo en superficie de intercooler	8	6	3	144	Riesgo Alto
				Aire contaminado ingresado a turbina	9	3	4	108	Moderado
		Presencia de aceite en intercooler	Presencia de humo azul en gases de escape	Retorno de gas con aceite del EGR	7	3	5	105	Moderado
				Sellos de turbocompresor desgastados	7	3	4	84	Moderado
		Fuga de aire	Baja presión de aire ingresado a cámara de combustión Aumento de consumo de combustible	Aleta de intercooler agrietada	8	2	5	80	Moderado
				Sobrepresión	8	3	4	96	Moderado
				Mal montaje de intercooler	9	2	3	54	Moderado
				Deterioro de uniones	8	3	4	96	Moderado
		Colector de escape	Recoger los gases que salen luego de la combustión para derivarlos al silenciador	Grietas en componente	Contaminación por gases nocivos al ambiente	Montaje inadecuado de componente	8	2	3
Vibraciones anómalas	5					4	4	80	Moderado
Sensor de admisión de aire dañado (Temperatura de mezcla elevada)	7					3	4	84	Moderado
Vida útil de componente	6					4	4	96	Moderado
Fugas de gases por las juntas	Pérdida de eficiencia de freno de escape Presencia de humo por motor			Grieta en conducto	8	3	6	144	Riesgo Alto
				Ajuste incorrecto de tuercas de colector	7	3	4	84	Moderado
				Presencia de carbonilla en colector	6	3	5	90	Moderado
				Deterioro de empaque de colector	8	3	4	96	Moderado

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema motor de Volvo B380R. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 37

AMEF subsistema motor de bus Volvo B380R 4X2 (3)

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Colector de admisión	Conducir el aire comprimido en cada uno de los cilindros del motor.	Deformación de componente	Pérdida de potencia por fugas de aire	Montaje inadecuado de componente	8	2	3	48	Moderado
				Temperatura elevada de aire de admisión	8	4	3	96	Moderado
				Vida útil de componente	7	3	3	63	Moderado
		Fugas de aire en las juntas	Mezcla pobre para combustión Ralentí inestable	Grieta en conducto	6	2	6	72	Moderado
				Ajuste incorrecto de tuercas de colector	7	3	4	84	Moderado
				Deterioro de empaque de colector	8	3	4	96	Moderado
Poleas de distribución	Mantener la tensión y alineación de las correas al transmitir el movimiento generado por el dámper.	Rotura de polea	Detenimiento inmediato de vehículo por daño a motor	Defecto de fábrica	9	2	5	90	Moderado
				Tensión excesiva en las correas	8	3	4	96	Moderado
				Corrosión interna en polea	8	3	4	96	Moderado
		Desgaste de rodaje de polea	Vibraciones y ruido por juego excesivo	Contaminación de pista de rodaje y sello de rodaje	7	5	6	210	Riesgo Alto
				Sobrecarga	7	3	4	84	Moderado
				Montaje de rodaje mal ejecutado	8	3	5	120	Moderado
		Deterioro de dientes de poleas	Rotura prematura de fajas / Pérdida de sincronización de motor (Daño fatal)	Material de componente fatigado	7	3	5	105	Moderado
				Deterioro por impacto con agente externo	8	2	3	48	Moderado
Tensor de correas	Conservar la correa de distribución o accesorios con la tensión adecuada.	Desalineamiento de correas	Posible pérdida de sincronía en motor	Cambios bruscos de temperatura	9	4	3	108	Moderado
				Tiempo de uso	8	5	2	80	Moderado
				Rodillo tensor desajustado	6	4	4	96	Moderado
		Avería al tensor	Ruido incómodo al darle arranque al vehículo	Vida útil de tensor	8	5	2	80	Moderado
				Instalación inadecuada de componente	7	4	3	84	Moderado

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema motor de Volvo B380R. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 38

AMEF subsistema refrigeración de bus Volvo B380R 4X2

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Tanque de expansión	Depósito donde se almacena el refrigerante y regula la presión durante la expansión de refrigerante caliente.	Obstrucción de líneas de conducto	Reducción de eficiencia de refrigeración	Falla en la bomba de agua	8	3	4	96	Moderado
				Refrigerante contaminado	8	4	6	192	Riesgo Alto
		Agrietamiento del tanque	Fuga de refrigerante	Fatiga del material de tanque	7	3	3	63	Moderado
				Avería de tapa termostática	8	4	3	96	Moderado
				Sobrecalentamiento	9	2	2	36	Moderado
		Corrosión interna de tanque	Contaminación del sistema Perforación del tanque	Incorrecto grado de mezcla entre agua destilada y anticongelante (glicol)	6	3	4	72	Moderado
Uso de agua de grifo para rellenar	8			4	5	160	Riesgo Alto		
Radiador	Enfriar el refrigerante caliente que proviene del motor.	Fuga de refrigerante	Pérdida de refrigerante Elevación de temperatura	Tapa termostática dañada	7	3	2	42	Moderado
				Defectos en soldadura de radiador	7	4	3	84	Moderado
				Fatiga de material	6	4	3	72	Moderado
		Corrosión de tubos o aletas	Deficiencia de intercambio de calor y elevación de temperatura de motor	Suciedad en exteriores de radiador (barro o polvo)	7	6	4	168	Riesgo Alto
				Refrigerante de mala calidad	9	2	2	36	Moderado
				Exposición a sales	6	2	8	96	Moderado
		Obstrucción de tuberías	Falla pronta de bomba de agua Elevación de temperatura de motor	Filtro de refrigerante averiado	8	2	5	80	Moderado
				Depósito de refrigerante contaminado	8	4	5	160	Riesgo Alto
				Refrigerante de mala calidad	9	2	2	36	Moderado

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema refrigeración de las unidades Volvo B380R. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 39

AMEF subsistema refrigeración de bus Volvo B380R 4X2 (2)

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Bomba de agua	Propulsar el paso de refrigerante por todos los ductos de refrigeración	Desalineamiento de polea	Función ineficiente de bomba	Desgaste de rodaje de polea	7	2	5	70	Moderado
				Faja de bomba de agua carcomida	8	3	2	48	Moderado
		Fuga de refrigerante	Perdida de presión de agua Calentamiento de motor	Ingreso de impurezas al interior de bomba	7	2	7	98	Moderado
				Deterioro de empaque de bomba	8	4	6	192	Riesgo Alto
		Cavitación	Deterioro de componentes internos de bomba Ruidos o vibraciones anormales	Alteración de presión y/o temperatura	6	2	6	72	Moderado
				Uso de un líquido inadecuado para refrigeración	8	2	2	32	Moderado
Ventilador	Brindar un flujo de aire que ayudará a enfriar el líquido refrigerante y el motor en si.	Activación de ventilador en temperatura baja	Régimen de temperatura condicionado por refrigeración constante	Módulo de motor emite señal incorrecta	9	2	3	54	Moderado
				Falla de sensor de temperatura de motor	8	3	5	120	Moderado
		Giro de ventilador interrumpido	Vibraciones en ventilador	Rodaje de ventilador con juego	9	2	4	72	Moderado
				Aceite de ventilador hidráulico contaminado	7	3	5	105	Moderado
		Deformación de aspas de ventilador	Ruidos anómalos al activarse	Montaje incorrecto	6	2	5	60	Moderado
				Impacto con agente externo	5	4	3	60	Moderado
				Suciedad en las aspas	5	5	3	75	Moderado
		Termostato	Regular la temperatura del motor mediante el condicionamiento de paso de refrigerante al motor según se requiera.	Fijado de componente en posición cerrada	Elevación de temperatura de motor Posible fundición de motor	Avería de tapa termostática	8	4	5
Corrosión en el termostato	5					6	4	120	Moderado
Material fatigado	8					2	5	80	Moderado
Fijado de componente en posición aperturado	Aumento de emisiones de gases de escape y combustible			Fuga de refrigerante	7	4	3	84	Moderado
				Material fatigado	4	3	5	60	Moderado
Deterioro de componente	Sobrecalentamiento de motor Cambio erráticos de temperatura			Acumulación de sedimentos	5	6	3	90	Moderado
				Uso de refrigerante inadecuado	6	3	4	72	Moderado
Tiempo de uso de componente	5	3	5	75	Moderado				

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema refrigeración de Volvo B380R. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

4.5.3. Tablas AMEF subsistemas críticos VOLKSWAGEN 17.260 OD

Se detallará las tablas AMEF para los subsistemas frenos, motor, transmisión y neumáticos de las unidades Volkswagen.

Tabla 40

AMEF subsistema frenos de bus Volkswagen 17.260 OD

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Freno de escape	Reducir la velocidad del vehículo mediante la contrapresión del motor al sellar el paso de gases de escape.	Actuador se queda activado	Pérdida de potencia de unidad Elevación de temperatura de motor	Acumulación de hollín o residuos en conductos impide retorno de mariposa	5	6	3	90	Moderado
				Falla eléctrica de válvula solenoide	6	4	3	72	Moderado
				Actuador neumático dañado	7	7	2	98	Moderado
		Pistón de freno de escape no se acciona	Dificultad para bajar pendientes para operador Recalentamiento de fajas de freno por exceso de uso	No se emite señal eléctrica al actuador para su accionamiento	6	5	6	180	Riesgo Alto
				Interruptor averiado	6	6	2	72	Moderado
				Fugas de aire por conducto al actuador	7	7	4	196	Riesgo Alto
				Actuador neumático dañado	7	7	2	98	Moderado
Circuito de aire comprimido	Distribuir el aire comprimido a todo el circuito neumático.	Taponamiento de cañerías de aire	Eficiencia de frenado bajo	Falta de inspección de cañerías	6	4	3	72	Moderado
				Aire con partículas extrañas en ductos	7	4	2	56	Moderado
		Fuga de aire	Pedal de freno puede irse en banda Si se presenta una fuga masiva se accionará el freno de estacionamiento	Carencia de mantenimiento	7	3	7	147	Riesgo Alto
				Abrazaderas y uniones sueltas	5	3	3	45	Moderado
				Corrosión de tuberías	5	3	6	90	Moderado

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema frenos de Volkswagen 17.260. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 41*AMEF subsistema frenos de bus Volkswagen 17.260 OD (2)*

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Zapatas	Mecanismo encargado de sostener las fajas de freno para ejercer presión sobre los tambores para frenar.	Desprendimiento de alguna de las zapatas	Deterioro disparejo de fajas de freno Desbalanceo en la frenada	Montaje inadecuado	8	6	4	192	Riesgo Alto
				Falla en resorte reguladora de zapatas	5	5	4	100	Moderado
		Desgaste de componente	Frenos pueden llegar a no friccionar con el tambor	Montaje inadecuado	8	6	4	192	Riesgo Alto
				Corrosión de material	4	6	2	48	Moderado
Forros de freno	Generar fricción con el tambor de freno para disminuir la velocidad.	Asimetría en la fuerza de frenado	Conductor puede tener jaloneos del vehículo en dirección de rueda con asimetría Frenado desigual	Contaminación superior de forros	8	2	3	48	Moderado
				Incorrecto remachado de fajas	9	3	3	81	Moderado
				Mala regulación de ratchet	6	6	2	72	Moderado
		Desgaste de forro de faja	Poca eficiencia de frenado	Falta de limpieza de fajas	4	4	5	80	Moderado
				Vida útil de componente	4	3	5	60	Moderado
				Sobrecalentamiento	7	3	4	84	Moderado
Cristalización	Frenos patinan en el tambor, no llegando a desacelerar	Recalentamiento de frenos por uso excesivo	10	3	5	150	Riesgo Alto		
Tambor de freno	Brindar una superficie para que las fajas ejerzan fricción.	Quebradura de superficie externa o rayaduras internas	Golpeteo en frenado al perder geometría de componente Baja eficiencia de frenado	Inadecuado ajuste de tuercas de rueda	9	4	4	144	Riesgo Alto
				Impacto con agente externo	7	2	5	70	Moderado
				Choque térmico	9	4	5	180	Riesgo Alto
		Deformación de tambores	Vibraciones al frenar Perdida de efectividad de frenado	Falta de limpieza interna	7	5	3	105	Moderado
				Golpe a componente	7	2	5	70	Moderado
				Cambio brusco de temperatura	8	3	4	96	Moderado
		Cristalización	Chillido al accionar frenos Perdida de adherencia tambor-faja	Recalentamiento de frenos por uso excesivo	9	3	5	135	Riesgo Alto

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema frenos de Volkswagen 17.260. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 42*AMEF subsistema frenos de bus Volkswagen 17.260 OD (3)*

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCCURENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Pulmón de freno	Actuadores encargados de transformar la presión del aire en movimiento mecánico para aplicar los frenos del vehículo.	Avería de componente	Retardo en accionamiento de frenos	Leva S y Horquilla de salida de pulmón mal regulado	6	5	3	90	Moderado
				Resortes fracturados	9	2	7	126	Riesgo Alto
				Deterioro de componentes internos	7	4	4	112	Moderado
		Fuga de aire por diafragma	Resorte de freno no es accionado completamente	Abrazadera de diafragma suelto	9	5	3	135	Riesgo Alto
				Acople de ingreso de aire averiado	8	3	4	96	Moderado
				Tiempo de uso	7	4	3	84	Moderado
Compresor de aire	Bombear aire a los depósitos que alimentan el sistema de freno.	Avería	Pérdida de presión de aire en sistema de frenado	Empaques desgastados	7	2	4	56	Moderado
				Falta de lubricación	7	3	4	84	Moderado
				Refrigeración inadecuada	8	2	4	64	Moderado
				Pistón de compresor se queda pegado	8	3	3	72	Moderado
		Desgaste de componente	Pérdida de velocidad de carga de aire y estanqueidad	Accionamiento de pistón en vacío	7	2	5	70	Moderado
				Falta de mantenimiento	6	4	4	96	Moderado
Anillos de pistón averiado	8			3	3	72	Moderado		

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema frenos de Volkswagen 17.260. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 43

AMEF subsistema frenos de bus Volkswagen 17.260 OD (4)

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Unidad de mantenimiento FRL	Purificar el aire comprimido para carrocería, a través de la filtración, regulación y lubricación.	Línea de aceite obstruido	Perdida de lubricación a ductos de aire	Error de montaje	9	2	4	72	Moderado
				Mala regulación de presión	7	3	3	63	Moderado
				Tiempo de uso	8	5	5	200	Riesgo Alto
		Obstrucción de conductos de aire	Perdida de presión en sistema neumático	Error de montaje	9	2	4	72	Moderado
				Salida de aire de compresor contaminado	8	3	2	48	Moderado
				Exceso de humedad en instalación neumática	9	3	3	81	Moderado
				Tiempo de uso	8	5	5	200	Riesgo Alto
		Ajustadores automáticos	Ajustar la regulación de las zapatas con respecto al tambor de freno.	Deterioro de chicharras de freno	Pedal de freno largo No se da la distancia adecuada entre tambor-faja	Conexión de gavlán a estrías suelta	5	4	4
Falta de engrase en ratchet	5					4	3	60	Moderado
Regulación inadecuada de ratchet	8					6	4	192	Riesgo Alto
Uso de componente no adecuado	6					2	4	48	Moderado
Ajuste de salida de pulmón a horquilla inadecuada	5					3	4	60	Moderado
Vida útil de componente	6					4	4	96	Moderado

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema frenos de Volkswagen 17.260. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 44

AMEF subsistema motor de bus Volkswagen 17.260 OD

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual						
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado		
Turbo compresor	Elemento que aprovecha la energía de los gases de escape para comprimir el aire que ingresa al motor, quemar más combustible y generar mayor potencia.	Filtro de aire deteriorado	Ingreso de aire con impurezas al turbo y a la cámara de combustión	Incorrecto trabajo de limpieza de filtros de aire	5	5	2	50	Moderado		
				Condiciones de trabajo	4	4	3	48	Moderado		
				Mala calidad de filtro de aire	7	4	3	84	Moderado		
		Fuga de aire entre filtro y turbo	Silbido en turbo compresor	Abrazaderas sueltas	6	5	3	90	Moderado		
				Ductos de aire a compresor deteriorados	7	4	4	112	Moderado		
		Desalineamiento de eje de turbina	Perdida de potencia del motor Daño a los alabes de la turbina	Daño de los caracoles por partículas extrañas	6	3	6	108	Moderado		
				Cojinetes de ejes con falta de lubricación	9	4	6	216	Riesgo Alto		
				Aceite contaminado	7	4	3	84	Moderado		
				Temperatura elevada de gases de escape	7	3	4	84	Moderado		
		Fuga de aceite	Ingreso de aceite a la cámara de combustión que producirá humo azul y hollín.	Sobre revolución de motor por mala operación	9	5	5	225	Riesgo Alto		
				Cojinetes agrietados	6	4	4	96	Moderado		
				Perdida de estanqueidad por falla de sellos	8	3	3	72	Moderado		
				Aceite contaminado	8	4	3	96	Moderado		
		Válvula EGR	Recircular una parte de los gases de escape hacia la cámara de combustión.	Válvula EGR no se apertura	Contaminación al medio ambiente Perdida de potencia de motor (Vehículo entra en modo protección)	Sensor de temperatura inoperativa	7	4	3	84	Moderado
						Saturación de válvula por presencia de carbonilla	8	6	4	192	Riesgo Alto
Solenoides de válvula inoperativa	7					2	5	70	Moderado		
Válvula EGR se queda atascada aperturado	Fuga de vacío constante Dificultad para arrancar el vehículo			Sensor de temperatura de gases de escape inoperativa	7	4	3	84	Moderado		
				Error de lectura de sensor por modulo ECU	8	3	4	96	Moderado		
Obstrucción de válvula EGR	Perdida de potencia de motor			Solenoides de válvula inoperativa	7	2	5	70	Moderado		
				Falta de mantenimiento de EGR	7	4	4	112	Moderado		
Presencia de carbonilla en válvula	8	5	5	200	Riesgo Alto						

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema motor de Volkswagen 17.260. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 45

AMEF subsistema motor de bus Volkswagen 17.260 OD (2)

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Pistón	Transmitir la fuerza de los gases de combustión a la biela.	Desgaste del componente	Relación de compresión fuera de rango aceptable	Refrigeración inadecuada	9	4	5	180	Riesgo Alto
				Aceleración de unidad cuando no tiene temperatura óptima de trabajo	7	4	4	112	Moderado
				Uso de aceite inadecuado	9	4	4	144	Riesgo Alto
				Anillos no aíslan los residuos de la combustión	7	4	4	112	Moderado
		Lavado de pistón	Perdida de lubricación en las paredes del cilindro	Calidad de combustible empleado	9	3	5	135	Riesgo Alto
				Uso de aceite no adecuado para el motor	9	4	4	144	Riesgo Alto
				Desgaste de los anillos	8	3	5	120	Moderado
				Enriquecimiento excesivo de combustible en la mezcla	7	3	4	84	Moderado
		Agarrotamiento de componente	Rayadura de cilindros Desgaste de aceite de motor	Recalentamiento de motor	10	4	4	160	Riesgo Alto
				Deterioro de anillos de pistón	8	3	5	120	Moderado
				Falta de lubricación en paredes del cilindro durante el arranque	7	4	4	112	Moderado
		Deterioro/fractura de pistón	Combustión incompleta	Instalación incorrecta (Bulón, biela)	9	2	3	54	Moderado
				Biela desalineada	8	3	3	72	Moderado
				Explosión en cámara con carga elevada (Exceso de combustible)	6	4	4	96	Moderado
				Falla en sincronía de arranque, distribución y alimentación	9	2	2	36	Moderado
				Juego axial de cigüeñal encima de los parámetros	8	3	4	96	Moderado
Encaje inadecuado de pistón en cilindro	7			2	6	84	Moderado		
Decrecimiento de diámetro de muñón de cigüeñal por desgaste	8	3	4	96	Moderado				

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema motor de Volkswagen 17.260. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 46

AMEF subsistema motor de bus Volkswagen 17.260 OD (3)

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Anillos de pistón	Sellar la cámara de combustión para que los gases no se escapen y el aceite no entre.	Deterioro del componente	Consumo elevado de aceite Knocking o detonación de cilindros	Daño de anillo al montar el pistón con expansores	7	2	6	84	Moderado
				Ranuras de anillos contaminados	7	2	5	70	Moderado
		Recostamiento de pistón	Daño en cilindros Consumo elevado de aceite de motor Humo azul por ingreso de aceite a cámara de combustión	Trabajo en exceso de pistón en vacío	8	3	4	96	Moderado
				Anillo de compresión deteriorado	7	2	6	84	Moderado
				Exceso de combustible en combustión	8	4	3	96	Moderado
				Operación de motor en frío	7	4	3	84	Moderado
				Uso de aceite no adecuado para el motor	9	2	3	54	Moderado
				Incorrecta disipación de calor	10	3	5	150	Riesgo Alto
				Sobrecarga en cámara	8	5	3	120	Moderado
				Deformación de camisa de cilindro	9	4	5	180	Riesgo Alto
Biela	Transmitir el movimiento del pistón al cigüeñal.	Rotura de componente	Rotura de monoblock Detenimiento inmediato del vehículo	Falta de lubricación	10	4	2	80	Moderado
				Apriete de tuercas de sombrerete por encima del torqueo adecuado	8	3	4	96	Moderado
		Desajuste de biela	Deterioro de anillos y pistón	Montaje inadecuado	8	2	5	80	Moderado
				Contaminación de cojinetes	8	3	4	96	Moderado
				Mal ensamblaje de bulón entre pistón-biela	8	3	3	72	Moderado
		Deformación de componente	Variación de puntos de compresión y admisión.	Exceso de presión en el cilindro	8	4	5	160	Riesgo Alto
				Fuga de refrigerante a la cámara de combustión	9	3	3	81	Moderado
				Montaje inadecuado	8	2	5	80	Moderado
				Operación inadecuada de conductor	9	4	5	180	Riesgo Alto

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema motor de Volkswagen 17.260. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 47*AMEF subsistema motor de bus Volkswagen 17.260 OD (4)*

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Cigüeñal	Transformar el movimiento lineal alternativo de los pistones en un movimiento circular rotativo	Cigüeñal desbalanceado	Vibraciones excesivas y daño al pistón	Cojinetes flojos	7	4	5	140	Riesgo Alto
				Medialuna o arandelas axiales con juego	8	3	4	96	Moderado
				Muñón de biela desgastado	7	3	4	84	Moderado
		Grietas o rotura del componente	Cascabeleo de motor	Anomalía en relación de compresión	8	2	6	96	Moderado
				Sobreesfuerzo	8	4	3	96	Moderado
				Lubricación inadecuada	7	4	3	84	Moderado
				Vida útil de componente	8	2	6	96	Moderado
Válvulas de admisión	Permitir el ingreso de aire en el cilindro según corresponda.	Deformación de válvula	Incorrecto ciclo de combustión Falla en sincronización de balancines	Calibración de válvula ineficiente	8	5	4	160	Riesgo Alto
				Mal montaje de válvula	8	3	4	96	Moderado
				Sobre revolución de motor	8	5	5	200	Riesgo Alto
				Incorrecto ajuste de válvula	7	3	5	105	Moderado
				Muelle deficiente	5	3	6	90	Moderado
		Desgaste de material del componente	Pérdida de potencia de unidad	Guía de válvula desalineada con asiento o vástago	5	2	7	70	Moderado
				Deformación de asiento (Holgado o rajado)	6	3	6	108	Moderado
				Balancín desgastado	7	4	3	84	Moderado
				Material no adecuado para trabajo	9	2	5	90	Moderado
		Incorrecto cierre hermético de cámara de combustión	Combustión incompleta Falla en compresión	Desgaste de asiento de válvula	6	2	7	84	Moderado
Mala calibración de válvula	8			5	5	200	Riesgo Alto		

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema motor de Volkswagen 17.260. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 48

AMEF subsistema motor de bus Volkswagen 17.260 OD (5)

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCCURENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Válvulas de escape	Permitir la salida de los gases producidos por la combustión del interior del cilindro.	Deformación de válvula	Incorrecto ciclo de combustión Falla en sincronización de balancines	Temperatura elevada de gases de escape	7	4	4	112	Moderado
				Mal montaje de válvula	8	3	4	96	Moderado
				Sobre revolución de motor	7	5	5	175	Riesgo Alto
				Carbonilla acumulada en válvula	6	4	4	96	Moderado
				Muelle deficiente	6	3	4	72	Moderado
		Sobrecalentamiento de componentes de válvula	Compresión inadecuada de cilindros Deterioro de componentes	Mezcla para combustión desvariada	7	5	3	105	Moderado
				Contaminación con carbonilla de vástago, retén, guía	6	4	4	96	Moderado
				Compresión de cilindro fuera de parámetros correctos	8	4	3	96	Moderado
				Fricción entre guía y vástago	5	2	7	70	Moderado
				Mala refrigeración de culata	8	2	5	80	Moderado
		Incorrecto deslizamiento de válvula por la guía	Vástago de válvula desgastado por encaje de material de la guía	Aceite contaminado	8	3	4	96	Moderado
				Mala lubricación de vástago	8	3	6	144	Riesgo Alto
				Deterioro de guía (Presencia de óxido)	5	2	7	70	Moderado
				Paso de refrigerante ineficaz	7	3	4	84	Moderado
		Deterioro de vástago	Combustión en cilindro afectada por falla en sellado	Contaminación con carbonilla de vástago, retén, guía	6	4	4	96	Moderado
Mala lubricación de vástago	8			3	6	144	Riesgo Alto		
Fricción entre vástago y guía por desequilibrio	5			4	5	100	Moderado		

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema motor de Volkswagen 17.260. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 49

AMEF subsistema transmisión de bus Volkswagen 17.260 OD

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERID AD	OCCURRE NCIA	ON DETECTA	NPR	Estado
Caja de cambios	Adaptar la potencia del motor a las necesidades de cada momento del operador, para transmitirla al eje cardán.	Problemas para que los cambios ingresen	Ruidos anómalos al realizar cambios de marcha Problema para engranar los cambios	Sincronizadores gastados o averiados	7	4	6	168	Riesgo Alto
				Cable de selector de palanca de cambios suelto/dañado	8	4	3	96	Moderado
				Modulo PTM no permite cambio de marcha	8	5	5	200	Riesgo Alto
				Buje piloto de volante desgastado	6	3	5	90	Moderado
				Eje principal de transmisión con signos de deformación	7	4	4	112	Moderado
				Dientes de engranajes con desgaste considerable	6	4	5	120	Moderado
				Horquilla de cambio no se deslizan o se encuentran averiadas	6	3	5	90	Moderado
				Lubricación inadecuada	9	4	2	72	Moderado
		Falla en terminales de varilla de cambios	Dificultad para ingresar los cambios	Falta de lubricación de varillas	7	4	3	84	Moderado
				Mal ajuste /alineación de varillas y terminales	8	3	4	96	Moderado
		Cambio no se desenganchan	Conducción del vehículo más dificultoso	Lubricación inadecuada	9	4	2	72	Moderado
				Engranaje desplazable trabado en el eje principal	6	4	3	72	Moderado
				Horquilla de cambio no se deslizan o se encuentran averiadas	5	4	5	100	Moderado
				Embrague no se desacopla del volante	6	4	3	72	Moderado
				Varillas y terminales mal acopladas	4	3	4	48	Moderado
		Fuga de aceite	Pérdida de lubricante de caja	Incorrecto aflojamiento de tornillos	7	5	4	140	Riesgo Alto
				Exceso de aceite	6	3	3	54	Moderado
				Empaque de aceite de caja dañado o mal instalado	7	4	5	140	Riesgo Alto
				Tapón de drenaje de aceite flojo o mal apretado	9	2	2	36	Moderado

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema transmisión de Volkswagen 17.260. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 50

AMEF subsistema transmisión de bus Volkswagen 17.260 OD (2)

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Embrague	Permitir que el conductor acople o desacople el movimiento del motor a la caja de transmisión.	Disco de embrague no se desacopla de volante	Sensación de jaloneo y ruido al intentar continuar la marcha del vehículo	Plato presor ejerce fricción no inducida	8	4	3	96	Moderado
				Falla en diafragma de uñas acoplado a rodaje de empuje	7	5	4	140	Riesgo Alto
				Presencia de aceite o grasa en superficie del disco	7	4	3	84	Moderado
				Recalentamiento de disco de embrague	5	4	3	60	Moderado
		Embrague patina	El motor aumenta las revoluciones, pero el vehículo no avanza	Disco de embrague y volante mal asentados	8	4	6	192	Riesgo Alto
				Pedal de embrague mal regulado	5	4	3	60	Moderado
				Plato presor no encaja correctamente	4	4	5	80	Moderado
				Buje piloto de volante desgastado	6	3	5	90	Moderado
				Disco de embrague desgastado o contaminado	6	5	2	60	Moderado
				Collarín y horquilla con juego anómalo	5	3	7	105	Moderado
		Pedal se atasca o no regresa a su lugar	Conductor imposibilitado de hacer cambios de marcha	Horquilla de embrague trabado	7	4	3	84	Moderado
				Bombín de embrague no trabaja	7	3	4	84	Moderado
Resorte de pedal estirado o fracturado	4			4	2	32	Moderado		
Eje cardán	Transmitir el movimiento de la caja de velocidades al diferencial.	Desequilibrio del eje cardánico	Golpeteo, ruido anómalo	Desgaste de rodaje de brida	9	3	4	108	Moderado
			Impacto en el componente	10	2	2	40	Moderado	
			Crucetas deterioradas	9	4	4	144	Riesgo Alto	
	Desgaste de empaques de brida de acople	Desacople de brida de cardán a diferencial.	Uso de aceite inadecuado	8	3	3	72	Moderado	
			Deterioro de empaque por vida útil	9	2	4	72	Moderado	
			Ajuste inadecuado de tuercas de brida	9	3	3	81	Moderado	

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al sistema transmisión de Volkswagen 17.260. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 51

AMEF subsistema transmisión de bus Volkswagen 17.260 OD (3)

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Mecanismo par-cónico diferencial	Mantiene constante la suma de los vectores de velocidad de las ruedas de tracción antes de iniciar la curva.	Desgaste prematuro de rodamiento guía de piñón de ataque	Desgaste de corona y piñón. Transmisión irregular y bulliciosa.	Contaminación de carcasa de diferencial	4	4	5	80	Moderado
				Cambio de aceite diferencial a destiempo	8	2	2	32	Moderado
				Perdida de sincronía entre piñón-corona	9	3	4	108	Moderado
				Desgaste de pista de rodaje	6	4	6	144	Riesgo Alto
				Carga excesiva	3	5	5	75	Moderado
		Desgaste de planetarios y satélites	Ruido anómalo al realizar curvas.	Uso de aceite inadecuado	8	2	4	64	Moderado
				Desalineación de engranajes	8	4	3	96	Moderado
		Ruptura/picadura de dientes	Ruido anómalo y posterior detenimiento del vehículo.	Lubricación inadecuada	7	3	4	84	Moderado
				Desgaste estructural del material	8	4	5	160	Riesgo Alto
				Desalineación de engranajes	8	3	4	96	Moderado
		Desgaste de empaques de brida de acople cardán-diferencial	Perdida de aceite de diferencial	Incorrecto ajuste de los pernos	6	4	3	72	Moderado
				Envejecimiento del material	6	6	3	108	Moderado
Juntas de transmisión	Unir los elementos de transmisión y adaptarse a las variaciones de longitud y transmisión.	Desgaste de crucetas y soportes centrales	Vibración fuerte y crujidos	Sello interno o seguro desgastados	7	3	6	126	Riesgo Alto
				Grasa en mal estado o alemite tapado	8	4	3	96	Moderado
				Instalación inadecuada	8	2	5	80	Moderado
				Mala ejecución de cambios de marcha	7	6	2	84	Moderado
				Guardapolvo defectuoso	6	3	5	90	Moderado
		Rotura de juntas	Holgura en la transmisión y detenimiento del vehículo	Desalineación de eje cardán	5	2	7	70	Moderado
				Carga desequilibrada	6	3	5	90	Moderado
				Falta de engrasado en yugo y crucetas	8	5	4	160	Riesgo Alto

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al subsistema transmisión Volkswagen 17.260. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 52*AMEF subsistema transmisión de bus Volkswagen 17.260 OD (4)*

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Bocamaza de rueda	Servir de punto de unión entre eje y la rueda, sirviendo como fijación para los componentes del sistema de frenos.	Desgaste de rodajes interior y exterior de rueda	Sensación de vibración al manejar Desgaste acelerado de neumáticos	Fuerzas de carga axial y radial indeseables	6	6	3	108	Moderado
				Contaminación de pista de rodaje e internamente	8	4	6	192	Riesgo Alto
				Uso de grasa inadecuada o mala suministración	7	3	5	105	Moderado
		Desgaste de retén de rueda	Fuga de aceite por retén	Temperatura elevada por excesivo uso de frenos	7	6	2	84	Moderado
				Mala instalación de retén en rueda	9	5	4	180	Riesgo Alto
				Uso de un retén de baja calidad	8	3	2	48	Moderado
				Incorrecto engrase de componentes	8	3	3	72	Moderado

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al sistema transmisión de Volkswagen 17.260. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 53*AMEF subsistema neumáticos de bus Volkswagen 17.260 OD*

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Válvula de aire	Mantener la presión de aire adecuada dentro del neumático.	Presión de inflado fuera de límites permitidos.	Pérdida de presión de aire en el neumático Pérdida de estabilidad de bus Mayor consumo de combustible	Desgaste de núcleo de válvula y gomas	7	5	4	140	Riesgo Alto
				Falta de inspección	5	4	4	80	Moderado
				Entrada de suciedad a válvula	7	3	4	84	Moderado
				Tiempo de uso	6	4	3	72	Moderado

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al sistema neumáticos de Volkswagen 17.260. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

Tabla 54*AMEF subsistema neumáticos de bus Volkswagen 17.260 OD (2)*

Componente	Función del Componente	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Llanta	Entrar en contacto directo con el suelo, proporcionando la tracción adecuada para poder realizar la aceleración, frenado y giro. Soportar el peso del bus.	Desgaste anormal de banda de rodamiento y hombro	Pérdida de tracción Adherencia al pavimento disminuida Descarrilamiento leve	Manejo ineficiente del bus	7	7	2	98	Moderado
				Presión incorrecta de inflado	7	5	2	70	Moderado
				Eje desalineado	7	4	3	84	Moderado
				Falta de balanceo	6	5	3	90	Moderado
				Tiempo de vida del neumático	7	4	2	56	Moderado
				Sobrecarga de peso	7	5	3	105	Moderado
				Mal estado de suspensión	5	4	3	60	Moderado
				Distribución de frenado no uniforme	7	5	2	70	Moderado
Espárragos de rueda	Fijar los neumáticos en el vehículo con apoyo de unas tuercas.	Desgaste de la rosca (236-LN, 115-LN)	Incorrecto ajuste de las tuercas. Sensación de aflojamiento de la rueda	Torque inadecuado de apriete de tuerca	7	3	4	84	Moderado
				Uso prolongado	7	5	2	70	Moderado
		Fatiga del material	Fractura del espárrago.	Exposición a climas adversos.	7	4	3	84	Moderado
				Incorrecto ajuste/desajuste de tuercas	8	4	4	128	Riesgo Alto
Aro de rueda	Soportar el neumático, permitiendo la unión con el eje del bus.	Desgaste del componente	Perfil de aro sufre averías. Pérdida de rigidez de la rueda.	Impactos externos	6	3	3	54	Moderado
				Incorrecto proceso de desenllantado	8	2	2	32	Moderado
				Tiempo de uso	7	3	3	63	Moderado
		Variación dimensional del aro	Incorrecto encaje del neumático.	Impactos externos	7	3	3	63	Moderado
				Sobrecarga de peso	8	4	4	128	Riesgo Alto
				Tiempo de uso	7	3	3	63	Moderado

Nota: El cuadro muestra las fallas dadas en componentes relacionados al sistema neumáticos de Volkswagen 17.260. Fuente: Elaboración propia. (2023-2024)

4.6. Acciones correctivas en subsistemas críticos por marca

Se asignan las acciones correctivas para aquellas fallas que presenten un causal con un número prioritario de riesgo (NPR) mayor o igual a 125, según se determinó en las tablas AMEF por cada marca y subsistema crítico. Acorde a lo indicado en el desarrollo de tablas AMEF por Ford Motor Company, se asigna un responsable para poder realizar dicha acción correctiva que ayudará a reducir el NPR.

4.6.1. Tabla acciones correctivas para subsistemas críticos de Scania K400IB 4X2

Tabla 55

Acciones correctivas para subsistema motor de Scania K400IB 4X2

Componente	Modo de Falla	Causa de la Falla	Acción Correctiva	Responsable	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Filtros de aire	Obstrucción de filtro de aire	Tiempo de vida útil	Evitar circular con un filtro de aire deteriorado y realizar el cambio de componente para evitar dañar componentes como el turbo e intercooler	Taller de Mantenimiento	6	4	2	48	Moderado
Turbo compresor	Filtro de aire deteriorado	Mala calidad de filtro de aire	Inspeccionar periódicamente el estado del filtro y ejecutar el cambio en caso estar obstruido	Taller de Mantenimiento	6	5	3	90	Moderado
	Desalineamiento de eje de turbina	Cojinetes de ejes con falta de lubricación	Verificar el nivel de aceite de forma periódica, estado de bomba de aceite y posible presencia de aceite en el interior de turbo	Taller de Mantenimiento	6	3	5	90	Moderado

Nota: El cuadro muestra las acciones correctivas a las fallas con NPR mayor a 125 del subsistema motor de las unidades Scania K400IB y su disminución del índice al aplicar dicha acción. Fuente: Elaboración Propia (2023-2024)

Tabla 56

Acciones correctivas para subsistema motor de Scania K400IB 4X2 (2)

Componente	Modo de Falla	Causa de la Falla	Acción Correctiva	Responsable	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Válvulas de admisión	Deformación de válvula	Mala calibración de válvula	Emplear laminillas adecuadas para calibración y personal capacitado en dicha tarea	Scania del Perú	7	3	4	84	Moderado
Intercooler	Obstrucción y suciedad en intercooler	Presencia de barro o polvo en superficie de intercooler	Realizar una inspección frecuente del intercooler y desmontar para limpieza al encontrarse con suciedad con una presión de aire menor a 30 psi o con chorro de agua.	Taller de Mantenimiento	7	4	3	84	Moderado
		Aire contaminado ingresado a turbo	Revisar indicador de restricción de filtro de aire y en caso tenerlo en punto crítico, realizar el cambio de los filtros de aire y resetear el indicador	Taller de Mantenimiento	7	3	4	84	Moderado
Colector de escape	Fugas de gases por las juntas	Grieta en conducto	De encontrarse grietas considerable o fractura en una inspección se debe reemplazar el componente por fatiga de material y posible rompimiento	Taller de Mantenimiento	5	3	5	75	Moderado
Válvulas de escape	Incorrecto deslizamiento de válvula por la guía Deterioro de vástago	Mala lubricación de vástago	Verificar el uso de un aceite adecuado para el vehículo, nivel óptimo de aceite y estado de bomba de aceite	Taller de Mantenimiento	6	3	5	90	Moderado
	Deterioro de vástago	Fricción entre vástago y guía por desequilibrio	Realizar una inspección de válvulas y calibración de las mismas cada 80k km. En caso tener demasiado juego, se debe cambiar guía y evaluar estado de vástago	Taller de Mantenimiento	5	3	5	75	Moderado
Tensor de correas	Avería al tensor	Vida útil de tensor	Evaluar mediante monitoreo de ruido y vibraciones del estado del tensor. Programar cambio de componente si se tiene juego en rodaje de polea	Taller de Mantenimiento	6	6	3	108	Moderado

Nota: El cuadro muestra las acciones correctivas a las fallas con NPR mayor a 125 del subsistema motor de las unidades Scania K400IB y su disminución del índice al aplicar dicha acción. Fuente: Elaboración Propia (2023-2024)

Tabla 57*Acciones correctivas para subsistema eléctrico de Scania K400IB 4X2*

Componente	Modo de Falla	Causa de la Falla	Acción Correctiva	Responsable	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Alternador	Sobrecarga de batería	Carbones desgastados	Verificar el correcto funcionamiento de escobillas y cambiar carbones en cada mantenimiento de alternador cada 200k km.	Taller de Mantenimiento	5	4	4	80	Moderado
		Regulador de voltaje averiado	Cambiar componente al realizar mantenimiento de alternador cada 200k km.	Taller de Mantenimiento	6	5	3	90	Moderado
	Carga baja	Regulador de voltaje averiado	Cambiar componente al realizar mantenimiento de alternador cada 200k km.	Taller de Mantenimiento	6	5	3	90	Moderado
		No hay contacto entre colector y carbones	Verificar estado de conexiones de salida de alternador y estar pendiente de testigo de falta de carga de baterías	Taller de Mantenimiento	5	4	4	80	Moderado
Batería	Voltaje de salida de batería baja o nula	Uso de batería no adecuada para capacidad de consumo de corriente	Verificar que las baterías empleadas en las unidades Scania sean de 33 placas para garantizar un funcionamiento óptimo	Supervisor de campo	4	4	3	48	Moderado
	Avería interna en batería	Sobrecarga por falla de alternador	Revisar carga de baterías en tablero de control de vehículo o manualmente. Por seguridad, cambiar baterías del vehículo	Taller de Mantenimiento	8	3	4	96	Moderado
	Presencia de sulfatación en bornes de batería	Pase de corriente constante	Accionar el cortacorriente cuando no se emplea la unidad, dado que tiene componentes que trabajan aun cuando el motor no está en funcionamiento	Taller de Mantenimiento	6	4	3	72	Moderado
Arrancador	Unidad no enciende al accionar la llave en la chapa de contacto	Carbones de escobillas desgastados	Verificar el correcto funcionamiento de escobillas y cambiar carbones en cada mantenimiento de arrancador cada 250k km.	Taller de Mantenimiento	7	3	5	105	Moderado
		Bobina de solenoide averiada o quemada	Cambiar componente al realizar mantenimiento de arrancador cada 250k km.	Taller de Mantenimiento	6	3	5	90	Moderado
Multiplex	Comandos no se accionan	Desconfiguración de software	Desmontar componente y solicitar programación a carrocería	Irizar / Valve	7	3	4	84	Moderado

Nota: El cuadro muestra las acciones correctivas a las fallas con NPR mayor a 125 del subsistema eléctrico de las unidades Scania K400IB y su disminución del índice al aplicar dicha acción. Fuente: Elaboración Propia (2023-2024)

Tabla 58

Acciones correctivas para subsistema eléctrico de Scania K400IB 4X2 (2)

Componente	Modo de Falla	Causa de la Falla	Acción Correctiva	Responsable	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Modulo ECU	Avería de componente	Frecuencia de paso de corriente alta	Accionar cortacorriente cuando no se usa el vehículo, emplear baterías adecuadas para la capacidad de consumo de energía y evitar pasar corriente de una batería a otra (emplear cargadores de batería)	Taller de Mantenimiento	6	4	3	72	Moderado
	Anomalía de motor activo de forma constante	Avería en sensor de revoluciones T74	Realizar cambio de sensor y escanear unidad comprobando que el par motor está dentro del régimen adecuado	Taller de Mantenimiento	7	4	3	84	Moderado
		Sobrecarga de tensión	Evitar el paso de corriente para dar arranque del equipo para evitar dañar la placa y circuitos internos del módulo	Taller de Mantenimiento	6	4	4	96	Moderado
Sensor de revoluciones	Error de lectura por ECU	Módulo ECU averiado	Derivar componente a reparación inmediata por comprometer funcionamiento de unidad o cambiar y reprogramar nuevo módulo	Taller de Mantenimiento	7	4	4	112	Moderado
	Avería de sensor	Falla en receptores de señal de sensor en módulo ECU	Escanear unidad para descartar falla en sensor y de ser el caso cambiar sensores de revoluciones y corroborar que no arroje códigos de avería	Taller de Mantenimiento	7	3	5	105	Moderado

Nota: El cuadro muestra las acciones correctivas a las fallas con NPR mayor a 125 del subsistema eléctrico de las unidades Scania K400IB y su disminución del índice al aplicar dicha acción. Fuente: Elaboración Propia (2023-2024)

Tabla 59

Acciones correctivas para subsistema aire acondicionado de Scania K400IB 4X2

Componente	Modo de Falla	Causa de la Falla	Acción Correctiva	Responsable	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Compresor	Desgaste de anillos de pistón	Aceite de compresor contaminado	Cambiar aceite sintético de compresor cada 100k km. y revisar estado de empaques (fugas de aceite o sellos sobresalidos)	Taller de Mantenimiento	7	4	4	112	Moderado
	Compresor deja de funcionar de forma repentina	Embrague magnético se queda pegado	Verificar que la polea del compresor no este desalineada ya que no permitirá el correcto accionamiento del embrague. En caso tener juego cambiar rodaje de polea y realizar un rectificado de eje	Taller de Mantenimiento	7	5	3	105	Moderado
		Corte eléctrico en sistema eléctrico de A/C	Revisar todo el canal de alimentación al módulo de A/C. Descartar la presencia de cables expuestos, falla en relé de accionamiento de A/C y termostato	Taller de Mantenimiento	6	4	4	96	Moderado
		Falla en regulador de voltaje de alternador	Cambiar componente al realizar mantenimiento de alternador cada 200k km.	Taller de Mantenimiento	6	3	4	72	Moderado
Condensador	Ventilador fuera de funcionamiento	Suciedad acumulada	Realizar una limpieza del condensador cada 100k km, verificación del estado de ventilador y descartar fugas de refrigerante	Taller de Mantenimiento	5	6	3	90	Moderado
Evaporador	Error de funcionamiento	Sopladores centrífugos en mal estado	Verificar salida de aire en ductos de aire acondicionado de cabina. Verificar el correcto funcionamiento y conexión de alternador de A/C. Cambiar ventilador averiado	Taller de Mantenimiento	7	4	3	84	Moderado
		Fuga de refrigerante por aletas	Cada 100k km. realizar una inspección in site del estado del evaporador por todos sus canales. Sellar fugas para evitar sobrecargar al compresor	Taller de Mantenimiento	8	3	4	96	Moderado
		Obstrucción por acumulación de suciedad	Realizar limpieza de evaporador cada 100k km para evitar la baja eficiencia del intercambiador	Taller de Mantenimiento	7	4	4	112	Moderado
	Congelamiento en interior de serpentines del evaporador	Suciedad en ductos del evaporador o exteriormente	Realizar limpieza de evaporador cada 100k km para evitar la baja eficiencia del intercambiador	Taller de Mantenimiento	7	4	4	112	Moderado
		Válvula de expansión no emite presión adecuada del refrigerante	Revisar correcto accionamiento del diafragma de la válvula de expansión y fugas por conductos del evaporador	Taller de Mantenimiento	7	3	5	105	Moderado

Nota: El cuadro muestra las acciones correctivas a las fallas con NPR mayor a 125 del subsistema aire acondicionado de las unidades Scania K400IB y su disminución del índice al aplicar dicha acción. Fuente: Elaboración Propia (2023-2024)

Tabla 60

Acciones correctivas para subsistema aire acondicionado de Scania K400IB 4X2 (2)

Componente	Modo de Falla	Causa de la Falla	Acción Correctiva	Responsable	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Sensor de temperatura cabina	Temperatura de aire ingresado a cabina no corresponde con el seleccionado	Sensor atascado en posición fija	Realizar monitoreo de climatización en cabina según marca Display. En caso arrojar una temperatura distinta, verificar conexiones y posible corrosión o daño	Taller de Mantenimiento	7	3	5	105	Moderado
Válvula de expansión	Fuga de refrigerante	Caja de diafragma con pérdida de estanqueidad	Realizar pruebas de presión de salida de refrigerante al evaporador y realizar el cambio del diafragma	Taller de Mantenimiento	8	3	4	96	Moderado
	Válvula se queda abierta	Falla en bulbo remoto en lectura de temperatura de salida de evaporador	Revisar fugas de refrigerante por tubería capilar. Cambiar componente por no ser reparable	Taller de Mantenimiento	7	5	3	105	Moderado
	Cantidad inadecuada de refrigerante en el evaporador	Contaminación del refrigerante (Obstrucción de filtro de protección)	Revisar calidad de aire que sale por ductos para verificar una obstrucción en el sistema. Desmontar filtro del vástago de ajuste y realizar limpieza	Taller de Mantenimiento	6	3	5	90	Moderado

Nota: El cuadro muestra las acciones correctivas a las fallas con NPR mayor a 125 del subsistema aire acondicionado de las unidades Scania K400IB y su disminución del índice al aplicar dicha acción. Fuente: Elaboración Propia (2023-2024)

Tabla 61

Acciones correctivas para subsistema frenos de Scania K400IB 4X2

Componente	Modo de Falla	Causa de la Falla	Acción Correctiva	Responsable	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Retardador hidrodinámico	Testigo activo de avería en ralentizador	Resorte de engranaje helicoidal desgastado	Desmontar retarder y en caso presentar fatiga del componente, reemplazarlo ya que no se dará el correcto ralentizado del eje ni el retorno oportuno a la posición base	Taller de Mantenimiento	7	3	5	105	Moderado
		Falla en electroválvula de compresión de aire para ingreso de aceite	Realizar escaneo de unidad para revisar la presión que ejerce el aceite en la turbina.	Taller de Mantenimiento	7	3	5	105	Moderado

Nota: El cuadro muestra las acciones correctivas a las fallas con NPR mayor a 125 del subsistema frenos de las unidades Scania K400IB y su disminución del índice al aplicar dicha acción. Fuente: Elaboración Propia (2023-2024)

Tabla 62*Acciones correctivas para subsistema frenos de Scania K400IB 4X2 (2)*

Componente	Modo de Falla	Causa de la Falla	Acción Correctiva	Responsable	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Freno de escape	Actuador se queda activado	Actuador neumático dañado	Realizar el cambio del componente y verificar la correcta apertura y cierre de la mariposa de paso de gases de escape	Taller de Mantenimiento	6	4	4	96	Moderado
	Pistón de freno de escape no se acciona	Fugas de aire por conducto al actuador	Revisión de estado de mangueras, conexiones y pistón de accionamiento	Taller de Mantenimiento	6	5	3	90	Moderado
		Actuador neumático dañado	Desmontar el componente y retirar el hollín que puede haberse acumulado y realizar la prueba de accionamiento. De no responder, cambiar componente	Taller de Mantenimiento	5	4	4	80	Moderado
Circuito de aire comprimido	Fuga de aire	Carencia de mantenimiento	Programar el purgado de los ductos de aire y revisión de uniones en busca de posibles fugas	Taller de Mantenimiento	5	4	5	100	Moderado
Forros de freno	Cristalización	Recalentamiento de frenos por uso excesivo	Realizar capacitación a operadores sobre el correcto uso de frenos	Monitor de conductores	7	3	5	105	Moderado
Tambor de freno	Quebradura de superficie externa o rayaduras internas	Choque térmico	Si se circula en zona donde requiere frenado constante, evitar el contacto con agua (Charcos)	Conductor	7	3	4	84	Moderado
	Cristalización	Recalentamiento de frenos por uso excesivo	Realizar capacitación a operadores sobre el correcto uso de frenos	Monitor de conductores	6	3	5	90	Moderado
Cámara de freno	Fuga de aire por diafragma	Abrazadera de diafragma suelto	Verificar el correcto ajuste de la abrazadera del diafragma de freno de servicio de cada cámara de freno	Taller de Mantenimiento	5	4	4	80	Moderado
Válvula APS	Falla eléctrica	Solenoides de válvula salida deteriorada	Revisar las conexiones de actuadores, sensores de presión y secador de aire en busca de alguna obstrucción en el sistema	Taller de Mantenimiento	6	3	5	90	Moderado

Nota: El cuadro muestra las acciones correctivas a las fallas con NPR mayor a 125 del subsistema frenos de las unidades Scania K400IB y su disminución del índice al aplicar dicha acción. Fuente: Elaboración Propia (2023-2024)

4.6.2. Tabla acciones correctivas para subsistemas críticos de VOLVO B380R 4X2

Tabla 63

Acciones correctivas para subsistema eléctrico de Volvo B380R 4X2

Componente	Modo de Falla	Causa de la Falla	Acción correctiva	Responsable	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Alternador	Sobrecarga de batería	Carbones desgastados	Verificar el correcto funcionamiento de escobillas y cambiar carbones en cada mantenimiento de alternador cada 200k km.	Taller de Mantenimiento	5	4	4	80	Moderado
		Regulador de voltaje averiado	Cambiar componente al realizar mantenimiento de alternador cada 200k km.	Taller de Mantenimiento	6	5	4	120	Moderado
	Carga baja	Regulador de voltaje averiado	Cambiar componente al realizar mantenimiento de alternador cada 200k km.	Taller de Mantenimiento	6	5	4	120	Moderado
		No hay contacto entre colector y carbones	Verificar estado de conexiones de salida de alternador y estar pendiente de testigo de falta de carga de baterías	Taller de Mantenimiento	5	4	4	80	Moderado
Batería	Avería interna en batería	Sobrecarga por falla de alternador	Revisar carga de baterías en tablero de control de vehículo o manualmente. Por seguridad, cambiar baterías del vehículo	Taller de Mantenimiento	7	3	4	84	Moderado
	Presencia de sulfatación en bornes de batería	Calentamiento excesivo (Electrolitos alto)	Solicitar la compra de baterías que no requieren mantenimiento y evitar el constante paso de corriente por carga baja	Taller de Mantenimiento	6	3	5	90	Moderado
Arrancador	Unidad no enciende al accionar la llave en la chapa de contacto	Carbones de escobillas desgastados	Verificar el correcto funcionamiento de escobillas y cambiar carbones en cada mantenimiento de arrancador cada 250k km.	Taller de Mantenimiento	7	3	5	105	Moderado
		Bobina de solenoide averiada o quemada	Cambiar componente al realizar mantenimiento de arrancador cada 250k km.	Taller de Mantenimiento	6	3	5	90	Moderado
		Engranaje planetario con falta de lubricación	En mantenimiento de arrancador revisar estado de engranajes y sincronía.	Taller de Mantenimiento	6	4	5	120	Moderado
Multiplex	Comandos no se accionan	Desconfiguración de software	Desmontar componente y solicitar programación a carrocera	Irizar / Valve	8	3	4	96	Moderado

Nota: El cuadro muestra las acciones correctivas a las fallas con NPR mayor a 125 del subsistema eléctrico de las unidades Volvo B380R y su disminución del índice al aplicar dicha acción. Fuente: Elaboración Propia (2023-2024)

Tabla 64

Acciones correctivas para subsistema eléctrico de Volvo B380R 4X2 (2)

Componente	Modo de Falla	Causa de la Falla	Acción correctiva	Responsable	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Freno motor (VEB)	Falla en actuador de válvula VCB	Palanca de freno auxiliar haciendo falso contacto	Inspeccionar en ruta el accionamiento del freno motor y descartar fallas en cableado a módulo de AVU	Taller de Mantenimiento	5	4	5	100	Moderado
	Perdida de sincronía en accionamiento de apertura y cierre de válvulas de escape al activar VCB	Baja presión de lubricación en tren de balancines	Revisar la calidad de aceite que se emplea y estado de bomba de aceite. Una mala calidad no crea la película necesaria para realizar los 2 tiempos de accionamiento de la válvula de escape.	Taller de Mantenimiento	6	3	5	90	Moderado
Regulador de Presión de gases de escape (EGP)	Obturador se queda activado	Actuador neumático dañado	Programar pruebas de ruta para revisar eficiencia de frenado por niveles de obturador	Taller de Mantenimiento	7	3	4	84	Moderado
	Obturador no se acciona	No se emite señal eléctrica al AVU para accionamiento de cilindro de aire comprimido	Descartar corte en cableado a módulo AVU y verificar el correcto funcionamiento de sensor de presión de aire (Apoyo con escáner)	Taller de Mantenimiento	6	3	4	72	Moderado
		Actuador neumático dañado	Inspeccionar fugas de aire por válvula AVU y tuberías. Mediante un escáner revisar presión de aire de salida al obturador	Taller de Mantenimiento	8	3	4	96	Moderado
Circuito de aire comprimido	Fuga de aire	Carencia de mantenimiento	Programar el purgado de los ductos de aire y revisión de uniones en busca de posibles fugas	Taller de Mantenimiento	5	3	5	75	Moderado
Caliper de freno	Juego en bocinas y pin de caliper	Seguro de pastillas suelto	Desmontar la rueda y revisar el juego de pin y bocina de caliper. Si es mayor de 0.05mm se debe cambiar ambos elementos	Taller de Mantenimiento	6	4	4	96	Moderado
Discos de freno	Deformación o grietas en disco	Choque térmico	Si se circula en zona donde requiere frenado constante, evitar el contacto con agua (Charcos)	Conductor	6	3	5	90	Moderado
	Desgaste excesivo	Mala operación del vehículo	Capacitar a conductores sobre el correcto uso del freno de servicio	Monitor de conductores	5	3	5	75	Moderado
		Mordaza de caliper pegado	Programar inspección periódica del correcto funcionamiento de pistón de freno y su recorrido por las guías	Taller de Mantenimiento	7	3	4	84	Moderado
Filtro secador de aire	Salida de aire contaminada	Desgaste de válvula 4 vías	Verificar la presión de aire en el vehículo con apoyo del tablero de mando e inspeccionar la estanqueidad de la salida de las válvulas	Taller de Mantenimiento	6	4	4	96	Moderado

Nota: El cuadro muestra las acciones correctivas a las fallas con NPR mayor a 125 del subsistema eléctrico de las unidades Volvo B380R y su disminución del índice al aplicar dicha acción. Fuente: Elaboración Propia (2023-2024)

Tabla 65

Acciones correctivas para subsistema motor de Volvo B380R 4X2

Componente	Modo de Falla	Causa de la Falla	Acción correctiva	Responsable	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Turbo compresor	Desalineamiento de eje de turbina	Cojinetes de ejes con falta de lubricación	Verificar el nivel de aceite de forma periódica, estado de bomba de aceite y posible presencia de aceite en el interior de turbo	Taller de Mantenimiento	6	4	5	120	Moderado
Intercooler	Obstrucción y suciedad en intercooler	Presencia de barro o polvo en superficie de intercooler	Realizar una inspección frecuente del intercooler y desmontar para limpieza al encontrarse con suciedad con una presión de aire menor a 30 psi o con chorro de agua.	Taller de Mantenimiento	7	4	3	84	Moderado
Colector de escape	Fugas de gases por las juntas	Grieta en conducto	De encontrarse grietas considerable o fractura en una inspección se debe reemplazar el componente por fatiga de material y posible rompimiento	Taller de Mantenimiento	5	3	5	75	Moderado
Poleas de distribución	Desgaste de rodaje de polea	Contaminación de pista de rodaje y sello de rodaje	Inspección mensual visual y sonora del estado de rodaje y poleas. Al escucharse juego, cambiar rodaje de polea	Taller de Mantenimiento	6	4	4	96	Moderado

Nota: El cuadro muestra las acciones correctivas a las fallas con NPR mayor a 125 del subsistema motor de las unidades Volvo B380R y su disminución del índice al aplicar dicha acción. Fuente: Elaboración Propia (2023-2024)

Tabla 66

Acciones correctivas para subsistema refrigeración de Volvo B380R 4X2

Componente	Modo de Falla	Causa de la Falla	Acción correctiva	Responsable	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Tanque de expansión	Obstrucción de líneas de conducto	Refrigerante contaminado	Realizar una limpieza del tanque en cada cambio de refrigerante y del filtro de refrigerante	Taller de Mantenimiento	6	3	4	72	Moderado
	Corrosión interna de tanque	Uso de agua de grifo para rellenar	Realizar una capacitación de que líquido es el que se necesita para realizar una correcta refrigeración del vehículo	Supervisor de campo / Conductor	6	3	2	36	Moderado
Bomba de agua	Fuga de refrigerante	Deterioro de empaque de bomba	Verificar fugas de agua por alrededores de bomba y cambiar sello al presentarse fuga	Taller de Mantenimiento	6	4	4	96	Moderado
Radiador	Corrosión de tubos o aletas	Suciedad en exteriores de radiador (barro o polvo)	Realizar inspección frecuente de radiador y desmontar para limpieza al verse contaminado	Taller de Mantenimiento	4	4	3	48	Moderado
	Obstrucción de tuberías	Depósito de refrigerante contaminado	Limpieza de tanque en cada cambio de refrigerante (45k km.)	Taller de Mantenimiento	5	3	3	45	Moderado
Termostato	Fijado de componente en posición cerrada	Avería de tapa termostática	Verificar fugas de refrigerante y exceso de presión en tanque de expansión (Visualmente y mediante testigos)	Taller de Mantenimiento	6	4	3	72	Moderado

Nota: El cuadro muestra las acciones correctivas a las fallas con NPR mayor a 125 del subsistema refrigeración de las unidades Volvo B380R y su disminución del índice al aplicar dicha acción. Fuente: Elaboración Propia (2023-2024)

4.6.3. Tabla acciones correctivas para subsistemas críticos de Volkswagen 17.260 OD

Tabla 67

Acciones correctivas para subsistema frenos de Volkswagen 17.260 OD

Componente	Modo de Falla	Causa de la Falla	Acción correctiva	Responsable	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Freno de escape	Pistón de freno de escape no se acciona	No se emite señal eléctrica al actuador para su accionamiento	Inspección de ramal de alimentación y solenoide	Taller de Mantenimiento	5	4	4	80	Moderado
		Fugas de aire por conducto al actuador	Revisión de estado de mangueras, conexiones y pistón de accionamiento	Taller de Mantenimiento	6	5	3	90	Moderado
Circuito de aire comprimido	Fuga de aire	Carencia de mantenimiento	Programar el purgado de los ductos de aire y revisión de uniones en busca de posibles fugas	Taller de Mantenimiento	5	4	5	100	Moderado
Zapatatas	Desprendimiento de alguna de las zapatas	Montaje inadecuado	Supervisar el trabajo de instalación y corroborar que el componente tiene la medida adecuada	Taller de Mantenimiento / Supervisor de campo	6	4	3	72	Moderado
	Desgaste de componente				6	4	3	72	Moderado
Forros de freno	Cristalización	Recalentamiento de frenos por uso excesivo	Realizar capacitación a operadores sobre el correcto uso de frenos	Monitor de conductores	7	3	4	84	Moderado
Tambor de freno	Quebradura de superficie externa o rayaduras internas	Inadecuado ajuste de tuercas de rueda	Emplear un torque correctamente calibrado y con el par de torsión óptimo para el vehículo	Taller de Mantenimiento	6	3	4	72	Moderado
		Choque térmico	Si se circula en zona donde requiere frenado constante, evitar el contacto con agua (Charcos)	Conductor	7	3	4	84	Moderado
	Cristalización	Recalentamiento de frenos por uso excesivo	Realizar capacitación a operadores sobre el correcto uso de frenos	Monitor de conductores	6	3	4	72	Moderado
Pulmón de freno	Avería de componente	Resortes fracturados	Realizar cambio de componente	Taller de Mantenimiento	7	2	7	98	Moderado
	Fuga de aire por diafragma	Abrazadera de diafragma suelto	Verificar el correcto ajuste de la abrazadera del diafragma de freno de servicio de cada cámara de freno	Taller de Mantenimiento	6	4	3	72	Moderado
Ajustadores automáticos	Deterioro de chicharras de freno	Regulación inadecuada de ratchet	Verificar la tolerancia de las fajas con el tambor para garantizar la eficiencia de frenado	Taller de Mantenimiento	6	4	4	96	Moderado

Nota: El cuadro muestra las acciones correctivas a las fallas con NPR mayor a 125 del subsistema frenos de las unidades Volkswagen 17.260 OD y su disminución del índice al aplicar dicha acción. Fuente: Elaboración Propia (2023-2024)

Tabla 68

Acciones correctivas para subsistema frenos de Volkswagen 17.260 OD (2)

Componente	Modo de Falla	Causa de la Falla	Acción correctiva	Responsable	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Unidad de mantenimiento FRL	Línea de aceite obstruido	Tiempo de uso	En caso el vehículo mande señal de falla en presostato, obstrucción de aire o baja presión de aire; se tendrá que cambiar el componente	Taller de Mantenimiento	5	4	4	80	Moderado
	Obstrucción de conductos de aire				5	4	4	80	Moderado

Nota: El cuadro muestra las acciones correctivas a las fallas con NPR mayor a 125 del subsistema frenos de las unidades Volkswagen 17.260 OD y su disminución del índice al aplicar dicha acción. Fuente: Elaboración Propia (2023-2024)

Tabla 69

Acciones correctivas para subsistema neumáticos de Volkswagen 17.260 OD

Componente	Modo de Falla	Causa de la Falla	Acción correctiva	Responsable	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Válvula de aire	Presión de inflado fuera de límites permitidos.	Desgaste de núcleo de válvula y gomas	Realizar inspección periódica de estado de válvulas de cada neumático	Conductor / Supervisor de campo	7	4	3	84	Moderado
Espárragos de rueda	Fatiga del material	Incorrecto ajuste/desajuste de tuercas	Uso de torquímetro correctamente calibrado y realizar trabajos de llantería en taller homologado	Técnico llantería	6	3	4	72	Moderado
Aro de rueda	Variación dimensional del aro	Sobrecarga de peso	Respetar las condiciones de carga dadas en el serial del neumático	Supervisor de campo	6	4	4	96	Moderado

Nota: El cuadro muestra las acciones correctivas a las fallas con NPR mayor a 125 del subsistema neumáticos de las unidades Volkswagen 17.260 OD y su disminución del índice al aplicar dicha acción. Fuente: Elaboración Propia (2023-2024)

Tabla 70

Acciones correctivas para subsistema motor de Volkswagen 17.260 OD

Componente	Modo de Falla	Causa de la Falla	Acción correctiva	Responsable	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Turbo compresor	Desalineamiento de eje de turbina	Cojinetes de ejes con falta de lubricación	Verificar el nivel de aceite de forma periódica, estado de bomba de aceite y posible presencia de aceite en el interior de turbo	Taller de Mantenimiento	6	3	5	90	Moderado
		Sobre revolución de motor por mala operación	Capacitar a los conductores sobre las condiciones de cambio de marcha y como accionar la unidad en pendientes	Monitor de conductores	7	4	4	112	Moderado
Válvulas de admisión	Deformación de válvula	Calibración de válvula ineficiente	Emplear laminillas adecuadas para calibración y personal capacitado en dicha tarea	Taller de Mantenimiento	5	4	3	60	Moderado
		Sobre revolución de motor	Capacitar a los conductores sobre las condiciones de cambio de marcha y como accionar la unidad en pendientes	Monitor de conductores	6	4	4	96	Moderado
	Incorrecto cierre hermético de cámara de combustión	Mala calibración de válvula	Programar una calibración de válvulas cada 80k km.	Taller de Mantenimiento	7	4	4	112	Moderado
Válvula EGR	Válvula EGR no se apertura	Saturación de válvula por presencia de carbonilla	Realizar una limpieza periódica de válvula EGR y de sensores eliminado restos de carbonilla	Taller de Mantenimiento	5	5	4	100	Moderado
	Obstrucción de válvula EGR	Presencia de carbonilla en válvula			5	5	4	100	Moderado
Válvulas de escape	Deformación de válvula	Sobre revolución de motor	Capacitar a los conductores sobre las condiciones de cambio de marcha y como accionar la unidad en pendientes	Monitor de conductores	6	3	4	72	Moderado
	Incorrecto deslizamiento de válvula por la guía	Mala lubricación de vástago	Verificar el uso de un aceite adecuado para el vehículo, nivel óptimo de aceite y estado de bomba de aceite	Taller de Mantenimiento	6	3	4	72	Moderado
	Deterioro de vástago				6	3	4	72	Moderado
Anillos de pistón	Recostamiento de pistón	Incorrecta disipación de calor	Verificar el correcto flujo de refrigerante por camisas	Taller de Mantenimiento	9	2	4	72	Moderado
		Deformación de camisa de cilindro	Realizar la rectificación de la camisa averiada en caso permita ingresar en tolerancia de trabajo	Taller de Mantenimiento	8	3	4	96	Moderado

Nota: El cuadro muestra las acciones correctivas a las fallas con NPR mayor a 125 del subsistema motor de las unidades Volkswagen 17.260 OD y su disminución del índice al aplicar dicha acción. Fuente: Elaboración Propia (2023-2024)

Tabla 71

Acciones correctivas para subsistema motor de Volkswagen 17.260 OD (2)

Componente	Modo de Falla	Causa de la Falla	Acción correctiva	Responsable	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Biela	Deformación de componente	Exceso de presión en el cilindro	Revisar periódicamente la compresión en los cilindros con ayuda de un escáner para verificar el trabajo en condiciones estables	Taller de Mantenimiento	7	2	5	70	Moderado
		Operación inadecuada de conductor	Evitar una conducción brusca con aceleraciones desproporcionadas	Conductor	9	2	4	72	Moderado
Cigüeñal	Cigüeñal desbalanceado	Cojinetes flojos	Realizar un análisis vibracional, en caso encontrar fluctuaciones realizar un ajuste de pernos con la calibración adecuada	Taller de Mantenimiento	5	3	5	75	Moderado
Pistón	Desgaste del componente	Refrigeración inadecuada	Verificar posibles fugas de agua por culata o block / Realizar monitoreo de presión de aceite	Taller de Mantenimiento	8	2	4	64	Moderado
		Uso de aceite inadecuado	Emplear un aceite con una relación entre índice de viscosidad y temperatura de trabajo adecuado	Taller de Mantenimiento / Supervisor de campo	8	3	4	96	Moderado
	Lavado de pistón	Calidad de combustible empleado	Establecer un estándar de surtidor e inspeccionar inyectores por posible contaminación en pulverizador	Administración taller / Laboratorio automotriz	7	3	4	84	Moderado
		Uso de aceite no adecuado para el motor	Emplear un aceite con una relación entre índice de viscosidad y temperatura de trabajo adecuado	Taller de Mantenimiento / Supervisor de campo	8	4	3	96	Moderado
	Agarrotamiento de componente	Recalentamiento de motor	Evitar sobre revolucionar el motor o conducirlo cuando salte alerta de STOP	Conductor	9	2	3	54	Moderado

Nota: El cuadro muestra las acciones correctivas a las fallas con NPR mayor a 125 del subsistema motor de las unidades Volkswagen 17.260 OD y su disminución del índice al aplicar dicha acción. Fuente: Elaboración Propia (2023-2024)

Tabla 72*Acciones correctivas para subsistema Transmisión de Volkswagen 17.260 OD*

Componente	Modo de Falla	Causa de la Falla	Acción correctiva	Responsable	Estado Actual				
					SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR	Estado
Embrague	Disco de embrague no se desacopla de volante	Falla en diafragma de uñas acoplado a rodaje de empuje	De encontrarse la falla en componente, se debe cambiar	Taller de Mantenimiento	6	3	3	54	Moderado
	Embrague patina	Disco de embrague y volante mal asentados	Revisar por el visor el desgaste de disco de embrague y estado de resortes de plato presor	Taller de Mantenimiento	8	3	3	72	Moderado
Caja de cambios	Problemas para que los cambios ingresen	Sincronizadores gastados o averiados	Cambio de anillos sincronizadores en mal estado	Taller de Mantenimiento	5	3	5	75	Moderado
		Modulo PTM no permite cambio de marcha	Al descartar falla de sensores de avance y retroceso además de cableado, cambiar componente	Taller de Mantenimiento	6	4	4	96	Moderado
	Fuga de aceite	Incorrecto aflojamiento de tornillos	Realizar un ajuste cruzado de tuercas y realizar el par máximo recomendado por fabricante	Taller de Mantenimiento	5	3	4	60	Moderado
		Empaque de aceite de caja dañado o mal instalado	Verificar fugas en el sistema y de darse, realizar el cambio de empaque	Taller de Mantenimiento	4	3	4	48	Moderado
Eje cardán	Desequilibrio del eje cardánico	Crucetas deterioradas	Verificar que no se exceda la carga del vehículo y darle mantenimiento a las uniones	Taller de Mantenimiento	7	3	3	63	Moderado
Mecanismo par-cónico diferencial	Desgaste prematuro de rodamiento guía de piñón de ataque	Desgaste de pista de rodaje	Controlar la lubricación adecuada del rodaje y revisión del retén de brida por posibles fugas de aceite	Taller de Mantenimiento	4	3	5	60	Moderado
	Ruptura/picadura de dientes	Desgaste estructural del material	Al realizar el cabio de aceite del diferencial se debe verificar el estado interno	Taller de Mantenimiento	6	3	4	72	Moderado
Juntas de transmisión	Desgaste de crucetas y soportes centrales	Sello interno o seguro desgastados	Observar el estado del yugo y las crucetas en cada inspección en busca de desgastes que produzca juego	Taller de Mantenimiento	5	3	4	60	Moderado
	Rotura de juntas	Falta de engrasado en yugo y crucetas	Verificar que la grasera no se encuentre tapada o con falta de engrase interno	Taller de Mantenimiento	7	3	3	63	Moderado
Bocamaza de rueda	Desgaste de rodajes interior y exterior de rueda	Contaminación de pista de rodaje e internamente	Realizar una inspección del cubo verificando su correcta lubricación y alineación	Taller de Mantenimiento	8	3	4	96	Moderado
	Desgaste de retén de rueda	Mala instalación de retén en rueda	Revisar el uso de retén adecuado y supervisar su correcto montaje	Taller de Mantenimiento / Supervisor de campo	7	4	3	84	Moderado

Nota: El cuadro muestra las acciones correctivas a las fallas con NPR mayor a 125 del subsistema transmisión de las unidades Volkswagen 17.260 OD y su disminución del índice al aplicar dicha acción. Fuente: Elaboración Propia (2023-2024)

4.6.4. Evaluación de resultados alcanzados

Mediante las tablas AMEF se pudo plasmar diferentes modos de falla que acontecieron en componentes de subsistemas críticos de las distintas marcas de estudio. Dentro de estas fallas se pudo tomar en consideración que el modo de falla por fugas y por desgaste o deterioro del componente son los que más repercuten en la inoperatividad de un componente o un subsistema.

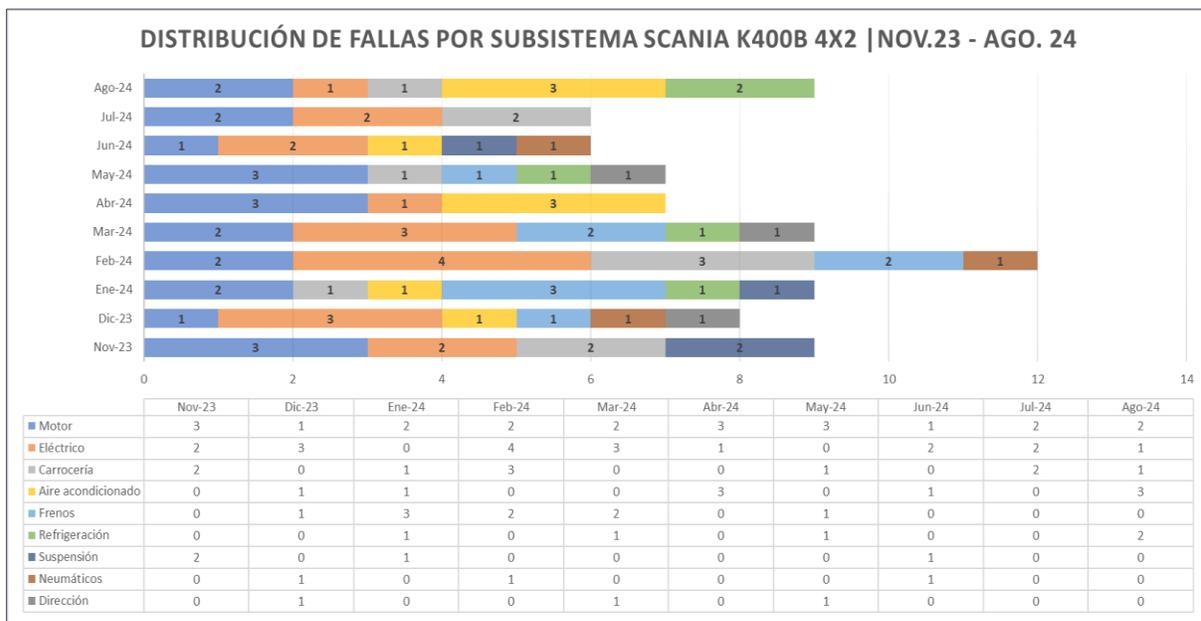
En el punto 4.3. se tomó énfasis en aquellos problemas que más adolecen las unidades en sus subsistemas críticos. Las acciones correctivas que se plasman no van únicamente desde el punto de reemplazar piezas, ya que ello conllevaría a un alza considerable en el presupuesto de mantenimiento, sino, en enfatizar la revisión periódica de las unidades para detectar fallas que potencialmente conlleven a una cadena de errores que dificulten la continuidad operacional del vehículo.

En el caso del factor humano o falla por operación del vehículo se requerirá la intervención del instructor de manejo de la empresa Transportes Línea para hacer un hincapié en cuan necesario es manejar cuidando el patrimonio de la empresa. Las fallas que tuvieron lugar por ello fueron las de deterioro de forros de freno y tambor por cristalización y sobre revolución del motor.

Asimismo, en algunos puntos el ingreso de suciedad como es barro o tierra afectó en el desempeño del vehículo desde el sobrecalentamiento por suciedad del radiador o intercooler, ingreso de barro en sistema de frenos disminuyendo su efectividad de frenado, contaminación de sensores que arrojan códigos de avería por falso contacto o deterioro de pines de entrada de conectores.

Figura 23

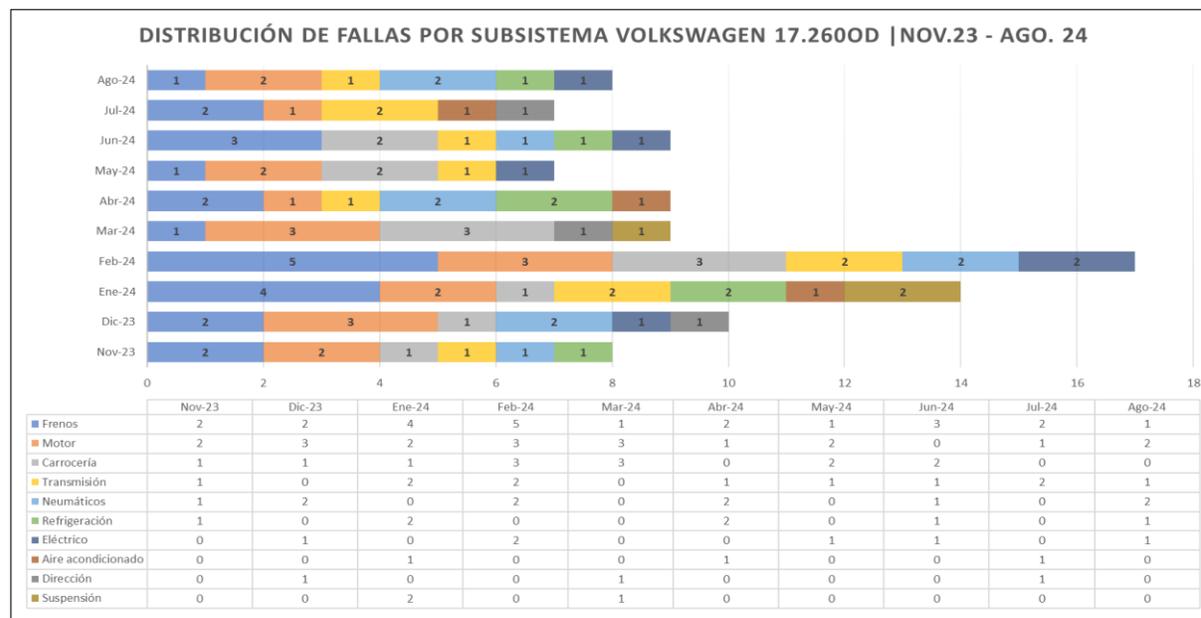
Distribución de fallas por subsistema Scania K400B 4X2



Nota: El gráfico muestra la distribución mensual de fallas en unidades Scania K400B 4x2 correspondientes al transporte de personal, en el periodo comprendido entre noviembre de 2023 y agosto de 2024. Fuente: Elaboración Propia

Figura 24

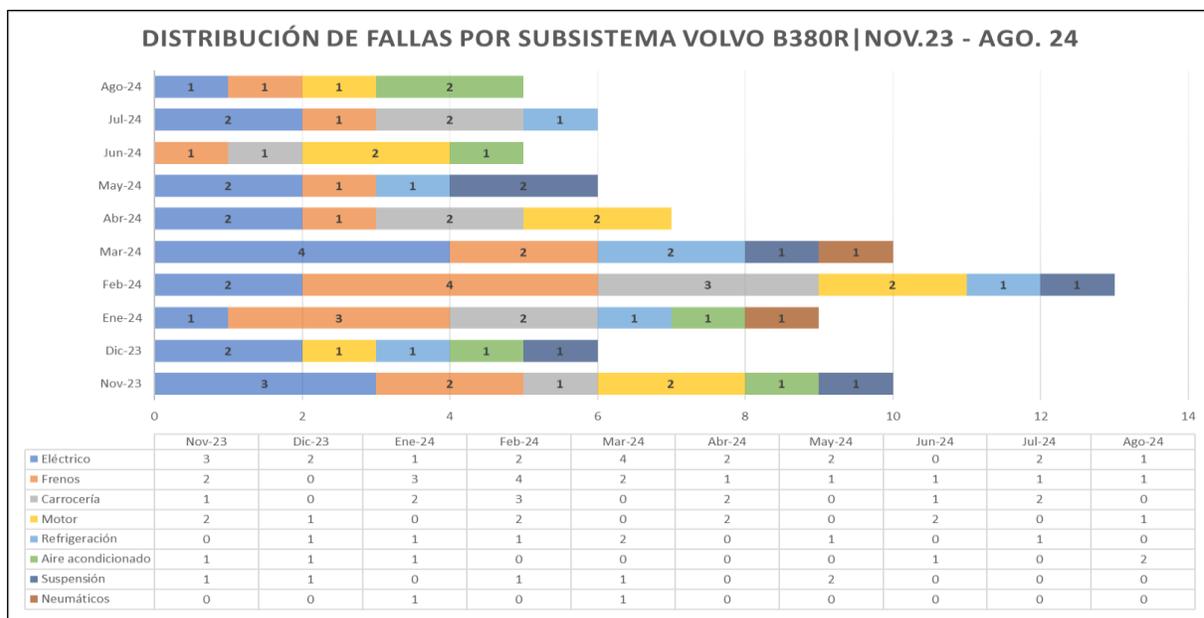
Distribución de fallas por subsistema Volkswagen 17.260 OD



Nota: El gráfico muestra la distribución mensual de fallas en unidades Volkswagen 17.260OD correspondientes al transporte de personal, en el periodo comprendido entre noviembre de 2023 y agosto de 2024. Fuente: Elaboración Propia

Figura 25

Distribución de fallas por subsistema Volvo B380R 4X2



Nota: El gráfico muestra la distribución mensual de fallas en unidades Volvo B380R 4X2 correspondientes al transporte de personal, en el periodo comprendido entre noviembre de 2023 y agosto de 2024. Fuente: Elaboración Propia

Acorde a la distribución de fallas por mes en las unidades de transporte de personal, se puede deducir la mayor ocurrencia de fallas entre los meses de enero a marzo. Esto a causa de la temporada de lluvias en la zona de Salviani y Cortadera (Zonas de distribución de personal), lo cual ocasiona desperfectos en componentes como neumáticos por constante avería en la banda de rodamiento por la imperfección en vías, desperfecto en sensores o circuitos eléctricos a causa de la acumulación de barro e ingreso de agua en componentes como alternadores o filtro de aire, la mayoría de bolsas de aire se ven afectadas en la suspensión por deterioro de la base de acople de bolsa. Al producirse un exceso de barro en las vías estas se pueden acumular en el radiador o intercooler, produciendo un sobrecalentamiento del sistema o evaporación del refrigerante que ocasionará daño en la tapa termostática produciendo fugas.

4.7. Proyección de mejoramiento de disponibilidad

Se desarrollará un programa de mantenimiento para los componentes críticos de todos los subsistemas de funcionamiento, implementando una ficha de inspección mensual preventiva para las unidades de la flota de transporte.

Esta ficha, diseñada en MS Excel, permite registrar y monitorear de manera sistemática el estado de los subsistemas críticos de cada unidad, tales como el motor, subsistema de refrigeración, suspensión, frenos, dirección, subsistema eléctrico, transmisión, neumáticos, etc. Cada componente es evaluado mensualmente mediante inspecciones visuales y pruebas funcionales, asignando calificaciones que indican su estado (bueno, malo o N/A) y observaciones para, según falla, tomarlo en cuenta para el backlog o ejecución inmediata.

La estructura de la ficha incluye campos para:

- Identificación del vehículo: número de unidad, placa y kilometraje.
- Fecha de inspección y nombre del inspector de subsistemas mecánico y eléctrico.
- Lista de verificación de componentes y subsistemas, con casillas para marcar su estado.
- Observaciones y recomendaciones para acciones correctivas o preventivas.

Con el fin de determinar la mejora de disponibilidad, se empleará la información contenida en la ficha de mantenimiento y control de neumáticos elaborado (Anexo 2 y 3), específicamente las horas de mantenimiento por inspecciones y el número de intervenciones en conjunto de todas las unidades (en el lapso de meses de evaluación) para acoplarlo con los indicadores calculados anteriormente y poder plasmar un proyectado de disponibilidad operativa de la flota.

Tabla 73*Horas requeridas para atención de programa de mantenimiento*

Atención por inspección	Horas estimadas por inspección (hrs.)	Horas de inspección de flota (hrs.)
Mecánico	3.8	2371.2
Eléctrico	5.2	3244.8
Correctivos no programados	3	1872
Total de horas de atención:		7488 hrs.

Nota: La tabla muestra las horas que se emplearán para realizar las inspecciones indicadas en la ficha de mantenimiento en la flota de buses en el rango de 1 año. Fuente: Elaboración propia.

Se toma como datos para la proyección de disponibilidad la cantidad total de inspecciones que se realizarán basándonos en la cantidad total de la flota y los meses de evaluación, la cantidad de horas al año que se toman las unidades para programación de servicios por parte de operaciones. Con estos datos se podrá calcular los indicadores MTBF y MTTR para poder dar la disponibilidad proyectada.

Tabla 74*Número de intervenciones anual en unidades y horas operando*

Marca	Cantidad de vehículos	Cantidad de intervenciones	Horas/Año programadas (hrs.)
Scania	20	240	60000
Volvo	12	144	36000
Volkswagen	20	240	60000
Total de horas e intervenciones:		624 intervenciones	156000 hrs.

Nota: La tabla muestra el total de intervenciones que se realizarán en las 52 unidades pertenecientes a la flota y la cantidad de horas programadas al año. Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo del MTTR se toma en cuenta las horas inoperativas de las unidades por fallas que será expresado por las horas que se tomarán para ejecutar las inspecciones preventivas y ejecución de correctivos y el número total de paradas por falla como la cantidad total de intervenciones que se dará en la flota de transporte de personal.

$$MTTR = \frac{\text{Horas de unidades inoperativas por falla}}{\text{Número total de paradas por falla}}$$

Horas de unidades inoperativas por falla: 7,488 hrs.

Número total de paradas por falla: 624 intervenciones

$$MTTR = \frac{7,488}{624} = 12 \text{ hrs.}$$

Para el cálculo del MTBF se considera la cantidad de horas operando según la disposición brindada por el área de operaciones durante un año menos las horas usadas para realizar las inspecciones, sobre el número total de paradas por falla como la cantidad total de inspecciones que se dará en la flota de transporte de personal.

$$MTBF = \frac{\text{Horas de unidad operando}}{\text{Número total de paradas por falla}}$$

Horas de unidades operando: 156,000 hrs. – 7488 hrs. = 148,512 hrs.

Número total de paradas por falla: 624 intervenciones

$$MTBF = \frac{148,512}{624} = 238 \text{ hrs.}$$

Con ello, se toman los indicadores para poder calcular la proyección de mejora de disponibilidad de la flota de transporte de personal según la fórmula de disponibilidad (D).

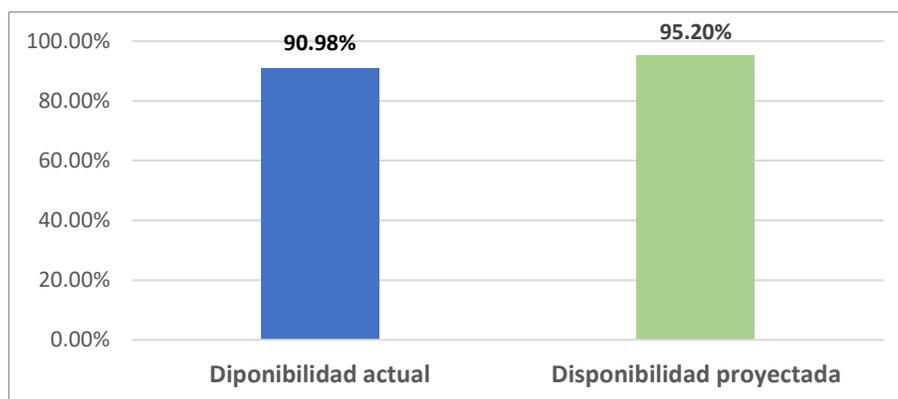
$$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{238}{238 + 12} * 100 = 95.2\%$$

Realizando una comparativa de la disponibilidad actual en el periodo de estudio de noviembre de 2023 a agosto de 2024 con la proyectada para el año 2025 se obtiene un resultado favorable de crecimiento de disponibilidad de la flota vehicular en un 4.22%.

Figura 26

Comparativa disponibilidad operativa de flota Tdp Quellaveco



Nota: El gráfico expresa la disponibilidad actual y la disponibilidad proyectada luego de ejecución de programa de mantenimiento. Fuente: Elaboración Propia

4.8. Discusión

A lo largo del desarrollo de la investigación y en conjunto con los resultados obtenidos, se pudo observar un déficit en la recolección de información sobre el mantenimiento de las unidades en el sistema de gestión de mantenimiento que se emplea en la empresa Transportes Línea. Esto dado que allí no se plasma adecuadamente los tiempos de mantenimiento de las unidades por cada sistema evaluado y por cada técnico que realizó una labor en la unidad. Para poder darle un enfoque adecuado a la investigación, se tuvo que sincerar la información con cada orden de servicio física de los trabajos realizados. Se muestra un ejemplo de orden de servicio por marca en el Anexo 7.

Se tomó la información de las 52 unidades pertenecientes a la flota de transporte de personal dado que todos se usan en conjunto, así sean de distintas marcas, para las mismas rutas y traslado de personal a mina o provincia, según se requiera.

Para muchas empresas, el Wrench Time o tiempo de trabajo con herramienta en mano, tiene un promedio de 25% al 35%. Para Raúl Gave (2017) esto le representó un despropósito en la planificación del mantenimiento de las unidades dado que la mayor parte de la jornada laboral del personal técnico no es consumida realizando tareas de mantenimiento (reuniones, recesos, viajes, no llegada de unidades a taller, etc.). Esto no implica que ese tiempo sea desperdiciado, pero se puede considerar que es una manera ineficiente de emplearla ya que se trabaja únicamente en base a trabajos correctivos que como bien es sabido da paso a un alza en los costos de mantenibilidad. Para la mejora de este porcentaje de Wrench Time se debe estimar la correcta distribución del recurso humano y planificación con el área de operaciones. En el proyecto Quellaveco se trabaja bajo un régimen 14x7, con lo cual se debe tener estimado la cantidad de técnicos adecuado,

por especialidad, para todas las guardias y evitar un desbalance en la atención de las unidades por falta de personal. Asimismo, para aumentar ese porcentaje de Wrench Time se requiere que las unidades que son planificadas para atención tengan la llegada en la hora y día señalado. El área de operaciones debe involucrarse más en la forma de compenetrar la planificación para disminuir el tiempo de cada trabajo y la programación para ejecutar más trabajos en cada jornada laboral, todo esto sin perjudicar los servicios que se requieran atender con el cliente. En resumen, no debe haber programación sin planificación, ni planificación sin programación.

Uno de los factores por los cuales algunas unidades presentan un valor de disponibilidad menor con respecto a los demás de la misma marca se debe a la falta de repuestos ya sea por falta de respuesta del área de logística o la poca distribución del producto en la región. Este caso se da en los módulos ECU de las unidades Scania que, al no ser un componente de alta rotación, si se llega a dañar podría tener inoperativa la unidad por un lapso de 3-5 semanas. Añadido a ello se debe tomar en cuenta que la locación de la mina es en la ciudad de Moquegua, donde solo se cuenta con la concesionaria Automotores Tacna para las unidades Volvo. Para las unidades Volkswagen y Scania se tiene que considerar las concesionarias localizadas en Arequipa. Esto influye en una diferencia en la disponibilidad de las unidades por falta de respuesta inmediata para atención de correctivos mayores o lectura de códigos de error por medio de un escáner que facilitarían la detección de las fallas. La minera Anglo American Quellaveco solicita que los mantenimientos preventivos sean realizados por la concesionaria certificada, por lo cual el cambio de lubricantes, fluidos y filtros está a cargo de cada representada de las marcas y los trabajos que se realiza se describen en el Anexo 9.

Para el mejoramiento de la disponibilidad se elaboró un programa de mantenimiento mediante una ficha de atención que debe ser realizada de forma mensual por el personal técnico de la empresa Transportes Línea con unos parámetros de atención de 9 a 12 horas que deberán incluir la atención a correctivos que eviten la parada no programada de las unidades. En caso no contarse con un repuesto al momento, que no afecte su operatividad, se debe planificar el uso de las horas para una próxima oportunidad y mejorar los índices de disponibilidad. No se desarrolla el programa para un control por una frecuencia de kilometraje dado que el uso de las unidades en general si bien es constante, no tienen el mismo promedio de recorrido. Con ello algunas unidades podrían tener un alcance al kilometraje de inspección de 5,000 km. cada 1, 2 o 3 meses, dependiendo del tipo de servicio para el que sean asignados. Dando paso a una desproporcionalidad del control del estado de las unidades si no se hace en una frecuencia fija para toda la flota (Inspección mensual).

Al personal técnico y administrativo del área de mantenimiento y operadores de apoyo del área de mantenimiento se les realizó una encuesta sobre la gestión del mantenimiento del área de mantenimiento de la empresa Transportes Línea Operación Quellaveco, estado del taller y percepción del estado del taller. Esto con la finalidad de tomar un panorama total de los puntos a mejorar en la gestión del mantenimiento de la flota vehicular.

V Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

1. Se determinó las fallas funcionales que afectan en la operatividad de las unidades de la flota de personal en el periodo de estudio. Para las unidades Scania K400B 4X2 se obtuvo que los subsistemas que más afectaron en la operatividad de los equipos fueron el subsistema motor en un 25.61%, eléctrico en un 21.95%, carrocería en un 12.20%, aire acondicionado en un 10.98% y frenos en un 10.98%. Para las unidades Volvo B380R 4X2 se señala el subsistema eléctrico en un 24.68%, frenos en un 20.78%, carrocería en un 14.92%, motor en un 12.99% y refrigeración en un 9.09% como aquellos que tuvieron mayor déficit. En el caso de las unidades Volkswagen 17.260 OD se tiene el subsistema frenos con un 23.47%, motor en un 19.39%, carrocería en un 13.27%, transmisión en un 11.22% y neumáticos en un 10.20% como los más críticos. El detalle de las fallas y componentes que se vieron afectados se brinda en las tablas AMEF desarrolladas.
2. Se calculó y analizó la frecuencia de fallas de las unidades tomando en cuenta el valor del MTBF por cada marca teniendo un promedio de MTBF para las unidades Scania de 893.13 horas entre falla. Las unidades Volvo cuentan con un MTBF de 569.14 horas entre falla. Las unidades Volkswagen presentan un MTBF promedio de 687.34 horas entre falla. El análisis de la causa de las fallas y el número prioritario de riesgo se indica en las tablas AMEF. Allí se pudo determinar que en las unidades Scania se tienen 185 fallas moderadas (78.72%) y 50 de riesgo alto (21.28%), Para las unidades Volvo se tiene 166 fallas moderadas (84.26%) y 31 de riesgo alto

- (15.74%). Por último, para las unidades Volkswagen se obtuvieron 189 fallas moderadas (79.08%) y 50 de riesgo alto (20.92%),
3. Se desarrolló unas tablas AMEF donde se indica las fallas por los subsistemas que tienden a fallar con más frecuencia, según se determinó en el diagrama de Pareto, así como también las acciones correctivas para aquellas que presentan un riesgo alto. Para poder reducir los índices de fallas, se realizó un programa de inspección mensual que está dado por una ficha de inspección de todos los sistemas de funcionamiento de los vehículos.
 4. Se optimizó el porcentaje de disponibilidad de la flota de unidades mediante la implementación de un programa de mantenimiento mensual, del cual se obtuvo una proyección de mejora en la disponibilidad. Se establecieron los indicadores para la optimización de la disponibilidad, el MTTR será de 12 hrs. y el MTBF será de 238 hrs. entre falla. Con ello se obtuvo una disponibilidad proyectada de 95.2%, generando una mejora de 4.22% con respecto al 90.98% de disponibilidad actual.

5.2. Recomendaciones

1. Se recomienda la selección de personal técnico que cuente con experiencia en flota de buses y la constante capacitación en los diferentes sistemas de funcionamiento por parte de representantes de las marcas para brindar alcances innovadores que permitan la mejora continua del personal.
2. Implementar dentro del taller un escáner multi marcas que pueda tener interacción con las distintas unidades que se cuentan en la flota en un nivel completo (lectura de códigos de avería, lectura de parámetros de funcionamiento de los componentes del vehículo, medir los valores de tensión en los distintos conectores, programación luego de alguna reparación electrónica, etc.) para con esto aminorar los costos de lectura de anomalías en concesionaria y poder tener una respuesta inmediata a distintas fallas que sean reportadas.
3. Realizar un monitoreo en campo de las labores de mantenimiento, garantizando la seguridad del personal de mantenimiento y la correcta ejecución de los trabajos según los procedimientos establecidos por la empresa.
4. Según el estado de la unidad o vida útil, se debe plantear la ejecución de un mantenimiento Overhaul para preservar la operatividad de la unidad y posterior a ello continuar con el programa de mantenimiento.

VI Referencias Bibliográficas

- Alvarez, L. D. (2017). *El AMEF para aumentar la disponibilidad de la flota vehicular de la empresa EMTRAFESA S.A.C.* Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Astudillo, R., & Criollo, S. (2022). *Análisis del modo y efector de fallo (AMEF) para la empresa TEDASA S.A.* Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
- Bütikofer, G. (2017). *Optimización del mantenimiento preventivo de flotas en base a técnicas de Clustering y aprendizaje supervisado.* Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Cárdenas, R. A., & Bocanegra, A. L. (2019). *Propuesta de mejora del plan de mantenimiento para una empresa de transporte público, Autobús Zonal Clase I.* Bogotá: Universidad ECCI Bogotá D.C.
- Chalco, G., & Chuchuca, J. (2022). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la flota de buses de la empresa Transvicport S.A. de la ciudad de Cuenca.* Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Clásicos, F. (15 de Abril de 2013). *El diferencial, funcionamiento y componentes - Fierros Clasicos.* Obtenido de <http://fierrosclasicos.com/el-diferencial/>
- Durand, H. (2018). *Propuesta de mejora para disminuir los tiempos de paradas no programadas de los buses en una empresa de transporte público a través de la Metodología RCM y un mantenimiento autónomo.* Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

- Erazo, D. A. (2012). *Programa de Mantenimiento para la Flota de Unidades de Transporte Cóndores del Valle y Diseño de la Planta de su Taller Automotriz*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- FMEA-3. (2001). *Analisis de Modo Efecto y Fallas Potenciales*. Washington: General Motors Corporation.
- Ford Motor Company. (2001). *Analisis de Modo Efecto y Fallas Potenciales*. Washington: General Motors Corporation.
- García, S. G. (2004). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S. A. 1era Edic.
- Gave, R. A. (2017). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para reducir las fallas de los buses Golden Dragon de la UNALM*. Lima.
- Gutierrez, A. M. (2009). *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control*. Nuevo México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL), I. N. (2013). *NTP 399.010: Inspección técnica vehicular. Lineamientos generales*. . Obtenido de <https://www.inacal.gob.pe>
- International Organization for Standardization (ISO), (2018). *ISO 45001: Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use*. Ginebra.
- Ministerio de Energía y Minas (2016). *Decreto Supremo N.º 024-2016-EM. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería*. Obtenido de <https://www.gob.pe/minem>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2003). *Decreto Supremo N.º 058-2003-*

MTC. Reglamento Nacional de Administración de Transporte. Obtenido de

<https://www.gob.pe/mtc>

Morales, A. (2023). *Propuesta de un plan de mantenimiento para la flota de soporte de*

una empresa minera. Lima, Perú: Universidad Continental.

Núñez, J. P. (2018). *Gestión de Mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la flota*

de transporte de la empresa "Angel Divino"- Chiclayo. Chiclayo, Perú:

Universidad César Vallejo.

Porto, J. P. (25 de Octubre de 2023). *Bus - Qué es, definición y concepto*. Obtenido de

<https://definicion.de/bus/>

Ruiz, S. (2018). *Sistema de gestión de mantenimiento basado en análisis de modo y*

efecto de falla para mejorar la disponibilidad de la flota vehicular en la empresa

Chimu Agropecuaria S.A. Trujillo, Perú: Universidad César Vallejo.

Valdiviezo, G. B. (2017). *Incremento de la Disponibilidad de la Flota Vehicular de la*

Empresa Valdiviezo S.R.L. implementando un programa de mantenimiento.

Trujillo, Perú: Universidad Nacional de Trujillo.

Wolf. (27 de Enero de 2011). *ISSUU - Manual Del Automovil*. Obtenido de

https://issuu.com/ruttesmasdeborras/docs/wolff_-_manual_del_automovil

Zapata, C. (2011). *Confiabilidad en Ingeniería*. Dosquebradas, Colombia: Universidad

Tecnológica de Pereira, Primera edición.

ANEXOS

ANEXO 1

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA		
ENCUESTA DIRIGIDA A PERSONAL DE LA EMPRESA TRANSPORTES LÍNEA S.A. OP. QUELLAVECO		
Nombres y Apellidos:		
Cargo:	Fecha:	

1. ¿Considera que el taller Moquegua de la empresa Transportes Línea posee los recursos necesarios para poder ejecutar las labores de mantenimiento de manera eficiente?

SI () NO () PARCIALMENTE ()

2. ¿Está satisfecho con la calidad de las reparaciones realizadas en el taller?

SI () NO () PARCIALMENTE ()

3. ¿Considera usted que el tiempo de reparación de una falla, según el sistema involucrado y criticidad, es el adecuado?

SI () NO () PARCIALMENTE ()

4. ¿El equipo del taller está bien mantenido y calibrado para garantizar la calidad de las reparaciones?

SI () NO () PARCIALMENTE ()

5. ¿Considera que la calidad de los repuestos en almacén es el adecuado?

SI () NO () PARCIALMENTE ()

6. ¿El espacio físico del taller es el necesario para poder ejecutar los trabajos de mantenimiento acorde a las atenciones requeridas?

SI () NO () PARCIALMENTE ()

7. ¿Considera que el personal técnico cuenta con la experiencia y capacitación adecuada para dar solución a las fallas mecánicas?

SI () NO () PARCIALMENTE ()

8. ¿Existe una correcta comunicación entre personal técnico, operador y encargado de taller?

SI () NO () PARCIALMENTE ()

9. ¿La programación realizada por el área de mantenimiento para las inspecciones periódicas de las unidades es la adecuada?

SI () NO () PARCIALMENTE ()

10. ¿Existen procedimientos claros y definidos para las reparaciones y el mantenimiento preventivo o correctivo?

SI () NO () PARCIALMENTE ()

Para los operadores de vehículos

11. Seleccione con una X la marca del vehículo que usted conduce y en el siguiente apartado indique el/los sistemas que le represento mayor incurrencia de fallas. De ser necesario, especificar el subsistema y detalle de las fallas.

Scania K400B 4x2 () Volkswagen 17.260 OD () Volvo B380R 4x2 ()

Sistemas de funcionamiento:

- A. Motor()
- B. Eléctrico()
- C. Frenos()
- D. Dirección()
- E. Aire Acondicionado ... ()
- F. Refrigeración()
- G. Transmisión()
- H. Suspensión()
- I. Neumáticos()

Descripción:

.....

.....

.....

ANEXO 2

		CARTILLA DE INSPECCIÓN MENSUAL DE UNIDADES			
Placa de unidad:		Fecha:		Kilometraje:	
Subsistema: Motor		Indicadores			Observaciones
		Ok	Mal	N/a	
Revisar nivel del aceite de motor					
Verificar fugas de aceite por motor					
Verificar el estado de fajas en general					
Revisar fugas de combustible					
Revisar estado de colectores de admisión y escape					
Verificar presión de combustible					
Verificar presión de aceite de motor					
Revisar fugas de aceite por retenes y empaques					
Revisar estado de filtro de aire primario y secundario					
Revisar estado de cañerías de combustible					
Revisar posible ingreso de aceite en turbocompresor					
Revisar contaminación en válvula EGR					
Verificar estado de poleas de distribución, rodillos y tensor					
Inspeccionar estado de intercooler (daño en aletas o suciedad)					
Verificar estado de soportes de motor					
Revisar parámetros de funcionamiento de motor					
Subsistema: Refrigeración					Observaciones
Revisar nivel de refrigerante					
Revisar bomba de agua					
Revisar funcionamiento de reloj de temperatura					
Revisar fugas de refrigerante (tuberías, radiador, tapa termostática, bomba de agua)					

Verificar el estado y condición del radiador, ventilador y tuberías. Limpiar de requerirlo.				
Inspeccionar protector de ventilador y radiador				
Revisar estanqueidad de tanque de expansión.				
Revisar nivel del aceite de ventilador				
Revisar fugas de aceite de ventilador				
Subsistema: Transmisión	Indicadores			Observaciones
	Ok	Mal	N/A	
Revisar nivel de aceite de caja de cambios				
Revisar fugas de aceite de caja de cambios				
Comprobar nivel de líquido de embrague				
Revisar fugas por servo de embrague				
Comprobar recorrido libre y total de pedal de embrague				
Comprobar estado del disco de embrague a través de indicador de desgaste				
Revisar estado de terminales de varilla de caja de cambios				
Revisar cables de cambios				
Revisar estado de los soportes de caja de cambios				
Revisar fuga por circuitos de aire				
Verificar condición de cardán, juego de crucetas y juego en el yugo.				
Revisar soporte central de cardán				
Revisar correcto ajuste de tuercas de brida de diferencial				
Revisar fuga de aceite de corona por retén de brida				
Revisar fuga de aceite por retén de ruedas				
Subsistema: Frenos				Observaciones
Revisar correcto accionar de pedal de freno				
Revisar presión de aire en sistema				
Revisar estado de compresor de aire				
Revisar desgaste de forros de freno o pastilla de freno, según corresponda				

Regular freno de servicio				
Inspeccionar fugas de aire, estado de cañerías, mangueras de freno y válvulas de accionamiento				
Revisar pulmón de freno (fugas, deterioro, accionar)				
Verificar estado de disco o tambor de freno				
Comprobar correcto funcionamiento de freno de estacionamiento				
Verificar funcionamiento de retarder				
Revisar nivel de aceite de retarder				
Revisar correcto estrangulamiento de obturador de escape				
Subsistema: Eléctrico	Indicadores			Observaciones
	Ok	Mal	N/A	
Verificar funcionamiento de luces en general, reflectores y bocina.				
Inspeccionar mandos de control eléctrico				
Revisar carga de batería, bornes y cableado				
Inspeccionar estado de alternadores (juego axial y lateral, voltaje)				
Revisar estado de fajas de alternador y fijación				
Verificar fusibles y reemplazar aquellos averiados				
Inspeccionar estado de caja de relés				
Revisar estado de conectores				
Inspeccionar sistema de arranque de unidad				
Revisar testigos activos en el tablero				
Revisar estado de sensores y realizar limpieza				
Comprobar correcto funcionamiento de multiplex				
Revisar módulo de control (códigos de avería, comportamiento errático, contaminación)				
Subsistema: Aire Acondicionado				Observaciones
Revisar operatividad de Display de control (Temperatura de salida según marca)				
Revisar nivel de aceite de compresor de A/C				

Revisar alternador de A/C				
Verificar estado de fajas de alternador y compresor de A/C				
Revisar conexionado eléctrico del sistema de A/C				
Verificar fugas de gas refrigerante				
Revisar ventilador de condensador				
Revisar estado de polea de compresor y embrague magnético				
Verificar estado de filtros de cabina de A/C				
Revisar contaminación en sopladores de evaporador				
Comprobar correcto accionar de ventiladores de evaporador				
Revisar suciedad o fugas en evaporador				
Revisar estado de rejillas de A/C en salón				
Subsistema: Dirección y ruedas	Indicadores			Observaciones
	Ok	Mal	N/a	
Revisar nivel de ATF de dirección				
Revisar servo bomba de dirección (fugas y juego libre)				
Revisar estado de caja de dirección				
Verificar estado de faja de servo bomba de dirección				
Comprobar estado de terminales de barra larga y barra corta				
Inspeccionar barras de dirección (desgaste, abolladuras)				
Comprobar estado de mangueras y tubos flexibles de sistema de dirección				
Verificar funcionamiento y estado de caja de dirección				
Verificar juego libre de rodamientos de bocamaza				
Verificar fugas de grasa por rodamientos				
Revisar espárragos de ruedas				
Subsistema: Suspensión				Observaciones
Revisar estado de fuelles neumáticos				
Verificar estado de amortiguadores				

Revisar fugas de aire en sistema de carga o fuelles				
Revisar base de fuelle neumático				
Comprobar daños en abarcones, hoja y pernos de ballesta				
Revisar topes y bocina de jebe de muelles				
Revisar barra estabilizadora delantera y posterior				
Verificar estado de las gomas de barra estabilizadora				
Subsistema: Carrocería				Observaciones
Revisar operatividad de puertas y bodegas				
Verificar funcionamiento de cinturones de seguridad				
Revisar espejos retrovisores				
Revisar tapas protectoras de motor, ventilador y caja				
Verificar estado de carrocería externa				
Comprobar nivel de líquido limpia parabrisas y funcionamiento de mecanismo				
Revisar estado de parabrisas panorámico y vidrios laterales				
Comentarios:				
Técnico Mecánico:			Firma:	
:				
Técnico Eléctrico:			Firma:	

ANEXO 3

TRANSPORTES					CONTROL DE ESTADO DE NEUMÁTICO								CÓDIGO UNIDAD	
					Operación: Unidad minera Anglo American TdP Quellaveco Sistema Integrado de Gestión de Transportes Línea S.A.									
POS.	MARCA	MODELO	MEDIDA	CODIGO	PRESIÓN PSI	ALTURA COCADA			ESTADO		ESTADO		TORQUE N.m.	PRESION
						IZQ	CEN	DER	FLA.	BAN. 360°	TRABA TUERCA	202102011140257	COD. TORQUIMETRO	
1													REALIZADO	EJE POSTERIOR :110 PSI EJE DELANTERO: 105 PSI
2														OBSERVACIONES
3														
4														
5														
6														
7														
INDICACIONES:														
INSPECCIONADO POR:										V° B° MANTO:				

ANEXO 4

VEHÍCULO	CHASIS DE BUS
MARCA	VOLKSWAGEN
MODELO	17.260 OD 4 x 2 - Euro 5
CARROCERÍA	CHASIS MOTORIZADO



1. MOTOR

Marca - Modelo	MAN D0836 260
Norma de Emisiones	Euro 5
Nº Cilindros / Cilindrada (cm³)	6 cil. / 6,800
Potencia neta max. - cv (kW) @ rpm (*)	256 (188) @ 2,300
Par motor neto max. - kgfm (Nm) @ rpm (*)	92 (900) @ 1,100 - 1,800
Sistema de inyección	Common Rail

(*) Valores conforme ensayo directiva NBR / ISO 1585

2. TRANSMISIÓN

Caja de Cambios - marca y modelo	ZF 6S 1010 BO
Accionamiento	Manual / a cables
Nº de marchas	6 adelante (sincronizadas), 1 reversa
Relaciones de transmisión:	1ª** 6.75:1
	2ª 3.60:1
	3ª 2.13:1
	4ª 1.39:1
	5ª 1.00:1
	6ª 0.78:1
	Reversa 6.06:1
Tracción	4 x 2

** Inhibidor electrónico de 2ª Marcha

3. EMBRAGUE

Modelo	Sachs
Tipo	monodisco seco, revestimiento orgánico
Accionamiento	Push Type
Diámetro del Disco (mm)	395

4. EJES

4.1 Eje Delantero

Tipo	Viga "I" en acero forjado
Modelo	Sifco 13K

4.2 Eje Trasero Motriz

Tipo	Eje rígido en acero estampado
Marca y Modelo	Meritor MS 23-158
Relación de reducción (simple)	5.86:1 5.38:1 6.57:1

5. SUSPENSIÓN DELANTERA

Tipo	Eje rígido
Muelles	semielípticos, muelles de goma
Amortiguadores	amortiguadores telescópicos de doble acción
Barra estabilizadora	estándar

6. SUSPENSIÓN TRASERA

Tipo	Eje rígido motriz
Muelles	semielípticos con muelles auxiliares parabólicos, muelles de goma en la 3ª etapa
Amortiguadores	telescópicos
Barra estabilizadora	estándar

7. DIRECCIÓN

Tipo	Hidráulica integral con esferas recirculantes
Marca y Modelo	ZF 8097
Relación de reducción	20.1:1 a 23.8:1

8. CHASIS

Tipo	Escalera, largueros retos de perfil "U" constante, remachado y atornillado
Material	LNE 38
Módulo seccional (cm²)	219

9. RUEDAS Y NEUMÁTICOS

Llantas de las ruedas	Acero (7.5" x 22.5")
Neumáticos	275/80R22.5

10. FRENO

Freno de servicio	Aire, tambor en las ruedas delanteras y traseras + ABS + EBD
Tipo / Circuito	S-Came, doble, independiente, depósito triple de aire y secador de aire con filtro coalescente
Área efectiva de frenado (cm²)	
Freno de estacionamiento	Cámara de muelle acumulador
Actuación	Ruedas traseras
Accionamiento	Válvula moduladora en el tablero de instrumentos
Freno de motor	Freno motor de culata MAN exhaust valve brake
Actuación	Electrónica

11. SISTEMA ELÉCTRICO

Tensión nominal	24V
Batería	2x (12V - 135Ah)
Alternador	28 V - 80A

12. COMBUSTIBLE

Combustible	Diesel
-------------	--------

13. PESOS (kg)

Peso vacío	
Eje delantero	3,030
Eje trasero	1,840
Total	4,870
Capacidad técnica por eje	
Eje delantero	6,300
Eje trasero	11,000
Total admisible (PBV)	17,300

obs: los pesos pueden sufrir alteraciones debido a los opcionales

14. DIMENSIONES (mm)

Distancia entre ejes	5,950
Largo	10,963
Ancho	2,435
Alto	1,949

15. VOLUMENES DE ABASTECIMIENTO (LITROS)

Tanque de combustible - Plástico	275.0
Cárter (con filtro)	16.5
Caja de cambios	9.2
Eje trasero	21.0
Dirección	2.0
Sistema de refrigeración	24.0

16. DESEMPEÑO (cálculo teórico)

Relación de reducción del eje trasero	5.86:1	5.38:1
Velocidad máxima (km / h)	102	109
Capacidad de rampa en PBV (%)	39	36
Partida en rampa PBV (%)	34	31
Relación PBV / potencia (kg / cv)	66.5	66.5

obs: datos proyectados por simulación de rendimiento. Los datos técnicos pueden alterarse sin aviso previo.

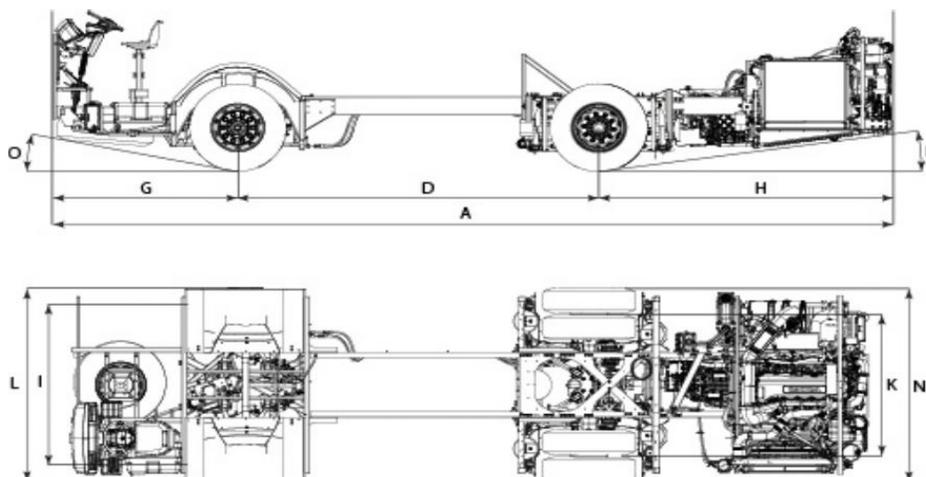
ANEXO 5

Volvo Buses. Calidad de vida en el transporte



VOLVO B380R 4X2

Euro 5



Modelo		B380R Euro 5
Dimensiones		
A	Largo total de chasis (mm)	9.750
D	Entre ejes de transporte (mm)	4.000
G	Voladizo delantero (mm)	2.500
H	Voladizo trasero (mm)	3.250
I	Ancho centro de ruedas delanteras (mm)	2.054
K	Ancho centro de ruedas traseras (mm)	1.836
L	Ancho total ruedas delanteras ((mm)	2.476
N	Ancho total ruedas traseras (mm)	2.464
O	Angulo de ataque (°)	8,5°
P	Angulo de salida (°)	7,3°
Carga		
Carga máxima permitida en el eje delantero(kg)		7.500
Carga máxima permitida en el eje trasero (kg)		12.000
Capacidad de carga total(kg)		19.500
Motor		D11C370
Nivel de emisiones		Euro 5
Sistema de inyección		Injetor bomba
Cilindrada (dm ³)		10.8
Cilindros		6
Potencia (hp) / Potencia ISO (kW)		370 / 272
Torque ISO 1585 (Nm)		1.785
Rango de revoluciones de torque (rpm)		950 - 1.400
Ejes		
Eje delantero		Rígido
Eje trasero		RS1228C

ANEXO 5

VOLVO B380R 4X2

Euro 5

Modelo	B380R Euro 5
Relación de eje trasero	2,64 : 1
Suspensión y dirección	
Cámaras de aire tipo fuelle, delantera	2
Cámaras de aire tipo fuelle, trasera	4
Arrodlamiento lateral de la suspensión para embarque y desembarque	
Dirección hidráulica	ZF8098
Ángulo máximo de giro	52°

Sistema eléctrico

- Bus Electrical Architecture, BEA2+.
- Sistema digital de transmisión de datos, Multiplex 3.
- Amperímetro.
- Medidor de consumo de combustible
- Número de baterías: 2
- Voltage: 24 V.
- Baterías: 2 x 170 Ah.
- Alternadores: 2 x 150 A.

Frenos

- Sistema Volvo de frenos a disco.
- Freno VEB (Volvo Engine Brake)
- Electronic Braking System (EBS 5).
- Anti-lock Braking System (ABS).
- Control de estabilidad (ESP).
- Control de tracción ASR.
- Frenada combinada inteligente (retarder* + VEB + freno de servicio)
- Sensor de desgaste de pastillas.
- Sistema de aire comprimido.
- Auxilio de arranque en pendientes *Opcional

Puesto de conductor

- Volante con terminación en cuero
- Ajuste de inclinación de volante.
- Tacógrafo digital.
- Tacómetro, velocímetro.
- Medidor de presión de aire de los frenos.
- Control de iluminación del panel.
- Liberación de freno de estacionamiento.
- Indicador de nivel de combustible
- Indicador de temperatura de líquido refrigerante.
- Indicador de presión de turbocompresor.

Computador de bordo

- Diagnóstico de fallas.
- Limitador de velocidad.
- Limitador de rpm del motor.
- Voltímetro, reloj, alarma.
- Velocidad media, distancia y tiempo de viaje.
- Medidor de consumo de combustible.
- Registro de datos del vehículo e identificador de flota.
- Temperatura de aceite de motor.

Luces de aviso

- Baja presión de aceite de motor y aire de freno de servicio.
- Sobrecalentamiento de sistema de refrigeración.
- Aviso de alta temperatura en el compartimento del motor.
- Mal funcionamiento del alternador y ABS.
- Bajo nivel de líquido de refrigeración de motor.
- Obstrucción de filtro de aire
- Accionamiento del sistema de precalentamiento de arranque.
- Control de tracción.
- Nivel de aceite hidráulico.
- Bajo desempeño de los frenos.

Conectividad

- Telemetría
- Volvo Connect App
- I-coaching (Asistencia instantánea al conductor)

Opcionales

- Llantas de aluminio pulido.
- Neumáticos 295/80R22,5 Michelin/Pirelli.
- Neumáticos 315/80R22,5 Michelin/Goodyear.
- Llantas de 9".
- Relación de eje 2,85:1 / 3,08:1.
- Botón de asistencia.
- Alcolock.
- Caja Pro (Tipo palanca)
- Retarder.
- SSA - Sistema de Seguridad activa.
 - Control crucero adaptativo (ACC)
 - Alerta de cambio de carril
 - Alerta de colisión frontal
 - Frenado automático de emergencia
 - Asiento vibratorio

Capacidades

Tanque de Amox 32 (Urea)	60 l
Aceite de diferencial	15 l
Aceite de caja de dirección	4 l
Aceite de caja de cambios	16 l
Aceite de motor	42 l

Llantas	Neumáticos
Acero 8,25"x22,5"	295/80R22.5" Bridgestone

Transmisión

Caja electrónica automatizada I-SHIFT		
Modelo AT2612F, caja inteligente Volvo automatizada 12 marchas (frente) y 2 marchas (atrás). Accionamiento con botenera		
RELACIONES	1ª Marcha	14,94 : 1
	12ª Marcha	1,00 : 1

Volvo Bus Corporation
volvobuses.com

2 (2)

ANEXO 6

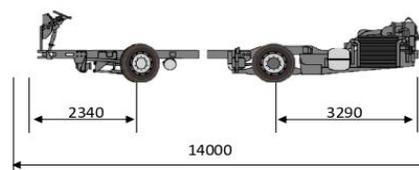
K400

 Ómnibus Interprovincial.

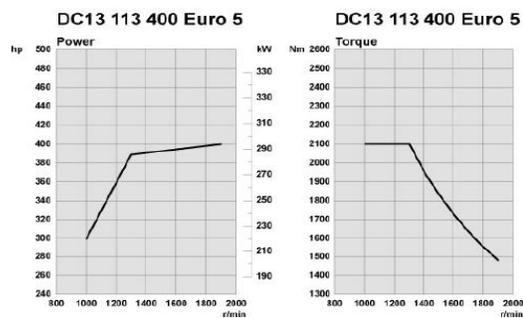

IMAGEN REFERENCIAL

CAPACIDADES Y PESOS (kg)

	Eje delantero	Eje trasero	Total
Capacidad técnica	7,500	12,000	19,500
Límite legal	7,000	11,000	18,000
Peso referencial del chasis			5,850


MOTOR SCANIA DC 13

Cilindrada	12.7 litros.
Potencia máxima	400 cv (294 kW) a 1,900 rpm.
Torque máximo	2,100 Nm (1,000 – 1,300 rpm).
Descripción	Ciclo diésel, 4 tiempos, 6 cilindros en línea. Culatas individuales, 4 válvulas por cilindro. Inyección comandada electrónicamente. Turbo compresor e Intercooler. Cumple con normas de emisión Euro 5. Sistema de reducción catalítica selectiva SCR.
Freno auxiliar de motor.	Freno de escape con control automático.
Potencia del freno de escape.	263 kW a 2,400 rpm.



LAS ESPECIFICACIONES Y CARACTERISTICAS MOSTRADAS ESTAN SUJETAS A CAMBIOS.

ANEXO 6

K400

Ómnibus Interprovincial.



CAJA DE CAMBIOS

Scania GR875R

Descripción	Tipo sincronizada con doble gama, 8 marchas hacia adelante y una marcha de retroceso.
Scania Opticruise	Sistema de cambio de marchas automático sin pedal de embrague para cajas de cambio mecánica.
Modos de conducción	Económico, Estándar y Potencia.
Equipamiento	Enfriador de caja de cambios. Función Kick-down.

SUSPENSIÓN

Delantera	Neumática para uso pesado. Capacidad de 7,500 kg.
Posterior	Neumática para uso extra pesado. Capacidad de 12,000 kg.
Equipamiento	Barra estabilizadora frontal y posterior. Elevación y descenso total del chasis. Amortiguadores en cada eje.

DIFERENCIAL

R660

Tipo	Diferencial con simple reducción.
Relación	2.92:1
Capacidad de arrastre	40 toneladas

FRENOS DE DISCO

Descripción	Control electrónico con ABS. Control de tracción y función de arranque en subida (Hill Hold).
Frenos auxiliares	Scania Retarder R3500. Potencia máxima de frenado de 500kW.

NEUMÁTICOS Y AROS

Neumáticos	295/80R22.5 (Delantero y posterior)
Aros	9.00 x 22.5" de acero.

SISTEMA ELÉCTRICO

Baterías	2 x 12V (24V). 180 Ah.
Alternador	2 x 100 A.

GENERALES

Puesto del conductor	Normal. Volante de cuero ajustable en 60mm con ángulos entre 25° y 45°. Control crucero en la volante de dirección. Grupo de instrumentos Básico y tacógrafo analógico.
Tecnología	Sistema de Gestión de flota C300 (Paquete de monitoreo libre de costo por 10 años). Identificador de conductor.
Equipamiento adicional estándar	Caja de herramientas. Gata hidráulica para 10 toneladas. Triángulo de seguridad. Manual de instrucciones en español.
Tanque de úrea (AUS32)	50 litros
Equipamiento de seguridad ADAS	LDW – Alerta de cambio de carril. AEB – Función avanzada de frenado de emergencia. ACC - Velocidad crucero adaptable.

OPCIONAL- PUESTO DE CONDUCTOR LD

Ubicación del puesto del conductor rebajado en 348 mm del nivel del chasis (Low Driver)



LAS ESPECIFICACIONES Y CARACTERÍSTICAS MOSTRADAS ESTAN SUJETAS A CAMBIOS.

ORDEN DE SERVICIO Nro : 30301
 Unidad: 0640-ZCY956

Taller: Op. Quellaveco MOQ Tipo Mantenimiento: Correctivo-Man
 Fecha Inicio: 26/06/2024 18:46:00 Fecha Término: 26/06/2024

Km: 248229

Item Cod.	Requerimientos/Trabajos	Responsable	H. Inicio	H. Fin	Firma
	Alternador				
1	5003503 -> Cambiar Rodaje de alternador P1	IQUIAPAZA APAZA JAMPOLL	08:00	09:10	[Firma]
2	5004659 -> Cambiar Rodaje de alternador P2	IQUIAPAZA APAZA JAMPOLL	08:10	08:20	[Firma]
3	5001429 -> Revisar Alternador P1	IQUIAPAZA APAZA JAMPOLL	08:20	08:30	[Firma]
4	5004669 -> Revisar Alternador P2	IQUIAPAZA APAZA JAMPOLL	08:30	08:45	[Firma]
5	5001430 -> Reparar Alternador P1	IQUIAPAZA APAZA JAMPOLL	08:45	09:00	[Firma]
6	5003738 -> Reparar Alternador P2	IQUIAPAZA APAZA JAMPOLL	09:00	09:15	[Firma]
7	5004684 -> Cambiar Regulador de Voltaje de alternador P2	IQUIAPAZA APAZA JAMPOLL	09:15	09:25	[Firma]
8	5001790 -> Revisar Sistema Electrico	IQUIAPAZA APAZA JAMPOLL	09:25	09:40	[Firma]
9	5001951 -> Realizar Prueba de Unidad en Ruta	IQUIAPAZA APAZA JAMPOLL	09:40	10:00	[Firma]
	Potencia				
10	5002593 -> Revisar Nivel de lubricantes	IQUIAPAZA APAZA JAMPOLL	10:00	10:15	[Firma]
11	5000654 -> Revisar Nivel del refrigerante	IQUIAPAZA APAZA JAMPOLL	10:15	10:30	[Firma]
12	5001800 -> Limpiar Filtro de Aire	IQUIAPAZA APAZA JAMPOLL	10:30	10:40	[Firma]

Trabajos Adicionales:

 L I N E A
 CARLOS ZUÑIGA RAMIREZ
 SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO
 OF. QUELLAVECO - TRANSPORTES LINEA

 L I N E A
 YONNY CHAVARRA-COPIE
 ASISTENTE DE MANTENIMIENTO
 TRANSPORTES LINEA

ORDEN DE SERVICIO Nro : 28400
 Unidad: 0654-F6E954

Taller: Op. Quellaveco MOQ Tipo Mantenimiento: Correctivo-Man
 Fecha Inicio: 30/01/2024 11:02:00 Fecha Término: 30/01/24

Km: 48647

Item Cod.	Requerimientos/Trabajos	Responsable	H. Inicio	H. Fin	Firma
	Audio y video				
1	5001851 -> Cambiar Autoradio	ROLDAN SANTOS PABLO ANTONIO	9:00	11:00	[Firma]
2	5001334 -> Aire acondicionado -> Cambiar Rodaje de polea de compresor de aire acondicionado	CCASO CONDORI RICHARD ALFREDO	09:00	09:55	[Firma]
	Otro				
3	5003815 -> Implementar Unidad	CCASO CONDORI RICHARD ALFREDO	10:00	10:30	[Firma]
	Aire acondicionado				
4	5001779 -> Revisar Aire acondicionado	CCASO CONDORI RICHARD ALFREDO	11:30	11:40	[Firma]
5	5004821 -> Revisar Fajas en General	CCASO CONDORI RICHARD ALFREDO	11:40	12:30	[Firma]

Trabajos Adicionales:

*Se Cambio Avionada.
 se le cambio los documentos de AIG

 L I N E A
 CARLOS ZUÑIGA RAMIREZ
 SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO
 OF. QUELLAVECO - TRANSPORTES LINEA

 L I N E A
 YONNY CHAVARRA-COPIE
 ASISTENTE DE MANTENIMIENTO
 TRANSPORTES LINEA

ORDEN DE SERVICIO Nro : 29792

Unidad: 0585-F2Y954

Taller: Op. Quellaveco MOQ

Tipo Mantenimiento: Correctivo-Man

Fecha Inicio: 18/05/2024 17:40:00

Fecha Término: 16/05/24.

137,111 Km.

Item	Cod.	Requerimientos Trabajos	Responsable	Inicio	Fin	Finicio
		Se desengancha algun cambio				
1	5001532	-> Revisar Testigos de Tablero	TTITO QUISPE RUDY JOEL	9:00	9:30	<i>[Signature]</i>
2	5001211	-> Revisar Sistema de embrague	TTITO QUISPE RUDY JOEL	9:30	9:45	<i>[Signature]</i>
3	5001210	-> Revisar Sensor de pedal de embrague	TTITO QUISPE RUDY JOEL	9:45	10:30	<i>[Signature]</i>
4	5004783	-> Cambiar Interruptor de pedal de embrague	TTITO QUISPE RUDY JOEL	10:30	11:00	<i>[Signature]</i>
5	5001951	-> Realizar Prueba de Unidad en Ruta	TTITO QUISPE RUDY JOEL	11:00	12:30	<i>[Signature]</i>

Trabajos Adicionales:

Se cambio interruptor de pedal de embrague

L I N E A

[Signature]

CESAR MENDOZA LOPEZ
ANALISTA DE MANTENIMIENTO
 OP. QUELLAVECO TRANSPORTES LINEA S.A.

L I N E A

[Signature]

CARLOS ZUNIGA RAMIREZ
SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO
 OP. QUELLAVECO TRANSPORTES LINEA S.A.

ANEXO 8

ESTATUS DE UNIDADES TRANSPORTES LÍNEA TDP AAQ QUELLAVECO

Nº	PLACA	CODIGO MINA	UNIDAD	MARCA	MODELO	CARROCERIA	ASIENTOS	PASAJEROS NETOS	EJES	Nº CHASIS	Nº MOTOR	AÑO
1	ZCY-953	126-LN	OMNIBUS LINEA	VOLVO	B380R 4X2	IRIZAR i6s	44	42	2	9BVT2S826KE387842	D11438119C1E1	2019
2	ZCY-963	127-LN	OMNIBUS LINEA	VOLVO	B380R 4X2	IRIZAR i6S	44	42	2	9BVT2S828KE387826	D11437663C1E1	2019
3	ZCY-962	128-LN	OMNIBUS LINEA	VOLVO	B380R 4X2	IRIZAR i6S	44	42	2	9BVT2S82XKE387827	D11434484C1E1	2019
4	ZCY-952	129-LN	OMNIBUS LINEA	VOLVO	B380R 4X2	IRIZAR i6S	44	42	2	9BVT2S826KE388330	D11452440C1E1	2019
5	ZCY-954	130-LN	OMNIBUS LINEA	VOLVO	B380R 4X2	IRIZAR i6S	44	42	2	9BVT2S823KE388138	D11448766C1E1	2019
6	ZCY-955	131-LN	OMNIBUS LINEA	VOLVO	B380R 4X2	IRIZAR i6S	44	42	2	9BVT2S821KE388350	D11453129C1E1	2019
7	ZCY-958	132-LN	OMNIBUS LINEA	VOLVO	B380R 4X2	IRIZAR i6S	44	42	2	9BVT2S826KE387839	D11434439C1E1	2019
8	ZCY-959	133-LN	OMNIBUS LINEA	VOLVO	B380R 4X2	IRIZAR i6S	44	42	2	9BVT2S824KE387838	D11438180C1E1	2019
9	ZCY-957	134-LN	OMNIBUS LINEA	VOLVO	B380R 4X2	IRIZAR i6S	44	42	2	9BVT2S825KE387833	D11437796C1E1	2019
10	ZCY-956	135-LN	OMNIBUS LINEA	VOLVO	B380R 4X2	IRIZAR i6S	44	42	2	9BVT2S828KE388331	D11452334C1E1	2019
11	ZCY-960	136-LN	OMNIBUS LINEA	VOLVO	B380R 4X2	IRIZAR i6S	44	42	2	9BVT2S822KE387837	D11437840C1E1	2019
12	ZCY-961	137-LN	OMNIBUS LINEA	VOLVO	B380R 4X2	IRIZAR i6S	44	42	2	9BVT2S821KE387828	D11439181C1E1	2019
13	F2Y-950	235-LN	OMNIBUS LINEA	VOLKSWAGEN	17.260 OD (MAN)	MODASA ZEUS 360	51	44	2	9532K82W9LR004790	0265331A355330	2020
14	F2Y-951	119-LN	OMNIBUS LINEA	VOLKSWAGEN	17.260 OD (MAN)	MODASA ZEUS 360	51	49	2	9532K82W7KR929938	0265261A015261	2019
15	F2Y-953	223-LN	OMNIBUS LINEA	VOLKSWAGEN	17.260 OD (MAN)	MODASA ZEUS 360	51	49	2	9532K82W4LR004776	0265333A405330	2019
16	F2Y-957	236-LN	OMNIBUS LINEA	VOLKSWAGEN	17.260 OD (MAN)	MODASA ZEUS 360	46	44	2	9532K82W8LR001685	0265308A655303	2019
17	F2Y-958	123-LN	OMNIBUS LINEA	VOLKSWAGEN	17.260 OD (MAN)	MODASA ZEUS 360	51	49	2	9532K82W1KR929899	0265261A045261	2019
18	F2Y-960	115-LN	OMNIBUS LINEA	VOLKSWAGEN	17.260 OD (MAN)	MODASA ZEUS 360	51	49	2	9532K82W1KR930051	0265260A485251	2019
19	F2Y-965	143-LN	OMNIBUS LINEA	VOLKSWAGEN	17.260 OD (MAN)	MODASA ZEUS 360	51	49	2	9532K82W9KR930296	0265266A195261	2019
20	F2Y-966	144-LN	OMNIBUS LINEA	VOLKSWAGEN	17.260 OD (MAN)	MODASA ZEUS 360	51	49	2	9532K82W8KR929902	0265261A035261	2019
21	F2Y-967	142-LN	OMNIBUS LINEA	VOLKSWAGEN	17.260 OD (MAN)	MODASA ZEUS 360	51	49	2	9532K82W9LR000903	0265290A365290	2020
22	F2Y-968	161-LN	OMNIBUS LINEA	VOLKSWAGEN	17.260 OD (MAN)	MODASA ZEUS 360	51	49	2	9532K82W9LR000853	0265290A385290	2020
23	F3C-951	181-LN	OMNIBUS LINEA	VOLKSWAGEN	17.260 OD (MAN)	MODASA ZEUS 360	51	49	2	9532K82W6LR001829	0265309A405303	2020
24	F3B-968	178-LN	OMNIBUS LINEA	VOLKSWAGEN	17.260 OD (MAN)	MODASA ZEUS 360	51	49	2	9532K82W7LR002245	0265310A565303	2019
25	F3E-969	155-LN	OMNIBUS LINEA	VOLKSWAGEN	17.260 OD (MAN)	MODASA ZEUS 360	51	49	2	9532K82W3LR001710	0265294A165290	2020
26	F3E-962	152-LN	OMNIBUS LINEA	VOLKSWAGEN	17.260 OD (MAN)	MODASA ZEUS 360	51	49	2	9532K82WXL0004278	0265331A415330	2020
27	F3A-958	214-LN	OMNIBUS LINEA	VOLKSWAGEN	17.260 OD (MAN)	MODASA ZEUS 360	46	44	2	9532K82W6LR001880	0265294A175290	2020
28	F3C-953	157-LN	OMNIBUS LINEA	VOLKSWAGEN	17.260 OD (MAN)	MODASA ZEUS 360	51	49	2	9532K82W2LR002878	0265317A555315	2019
29	F2Z-962	176-LN	OMNIBUS LINEA	VOLKSWAGEN	17.260 OD (MAN)	MODASA ZEUS 360	51	49	2	9532K82W0KR929411	0265129A045129	2019
30	F2Z-963	145-LN	OMNIBUS LINEA	VOLKSWAGEN	17.260 OD (MAN)	MODASA ZEUS 360	51	49	2	9532K82W1LR000846	0244852A224850	2020
31	F3E-967	159-LN	OMNIBUS LINEA	VOLKSWAGEN	17.260 OD (MAN)	MODASA ZEUS 360	51	49	2	9532K82W7LR001855	0265309A395303	2020
32	F2Y-954	117-LN	OMNIBUS LINEA	VOLKSWAGEN	17.260 OD (MAN)	MODASA ZEUS 360	51	49	2	9532K82W0KR929862	0265261A025261	2019
33	F4D-966	177-LN	OMNIBUS LINEA	SCANIA	K400 IB4X2	IRIZAR i6	44	42	2	9BSK4X200K3948814	DC13113K018339032	2019
34	F4F-964	240-LN	OMNIBUS LINEA	SCANIA	K400 IB4X2	IRIZAR i6	44	42	2	9BSK4X200K3948820	DC13113K018339044	2019
35	F4F-969	242-LN	OMNIBUS LINEA	SCANIA	K400 IB4X2	IRIZAR i6	44	42	2	9BSK4X200K3949247	DC13113K018339460	2019
36	F4D-960	174-LN	OMNIBUS LINEA	SCANIA	K400 IB4X2	IRIZAR i6	44	42	2	9BSK4X200K3948825	DC13113K018339047	2019
37	F4C-965	241-LN	OMNIBUS LINEA	SCANIA	K400 IB4X2	IRIZAR i6	44	42	2	9BSK4X200K3948828	DC13113K018339045	2019
38	F4D-955	180-LN	OMNIBUS LINEA	SCANIA	K400 IB4X2	IRIZAR i6	44	42	2	9BSK4X200K3948835	DC13113K018339060	2019
39	F4F-967	171-LN	OMNIBUS LINEA	SCANIA	K400 IB4X2	IRIZAR i6	44	42	2	9BSK4X200K3948816	DC13113K018339033	2019
40	F6E-957	209-LN	OMNIBUS LINEA	SCANIA	K400 IB4X2	IRIZAR i6	44	42	2	9BSK4X200K3948830	DC13113K018339046	2019
41	F6D-962	200-LN	OMNIBUS LINEA	SCANIA	K400 IB4X2	IRIZAR i6	44	42	2	9BSK4X200K3948834	DC13113K018339054	2019
42	F6D-957	199-LN	OMNIBUS LINEA	SCANIA	K400 IB4X2	IRIZAR i6	26	25	2	9BSK4X200K3948838	DC13113K018339055	2019
43	F6C-968	195-LN	OMNIBUS LINEA	SCANIA	K400 IB4X2	IRIZAR i6	26	25	2	9BSK4X200K3948844	DC13113K018339068	2019
44	F6E-955	198-LN	OMNIBUS LINEA	SCANIA	K400 IB4X2	IRIZAR i6	44	42	2	9BSK4X200K3948854	DC13113K018339074	2019
45	F6E-951	197-LN	OMNIBUS LINEA	SCANIA	K400 IB4X2	IRIZAR i6	44	42	2	9BSK4X200K3949233	DC13113K018339454	2019
46	F6C-967	194-LN	OMNIBUS LINEA	SCANIA	K400 IB4X2	IRIZAR i6	44	42	2	9BSK4X200K3949259	DC13113K018339476	2019
47	F6D-950	196-LN	OMNIBUS LINEA	SCANIA	K400 IB4X2	IRIZAR i6	44	42	2	9BSK4X200K3949269	DC13113K018339488	2019
48	F6C-961	193-LN	OMNIBUS LINEA	SCANIA	K400 IB4X2	IRIZAR i6	44	42	2	9BSK4X200K3949271	DC13113K018339490	2019
49	F4D-954	346-LN	OMNIBUS LINEA	SCANIA	K400 IB4X2	IRIZAR i6	44	42	2	9BSK4X200K3948812	DC13113K018339029	2019
50	F4D-969	344-LN	OMNIBUS LINEA	SCANIA	K400 IB4X2	IRIZAR i6	44	42	2	9BSK4X200K3948805	DC13113K018339035	2019
51	F4E-950	345-LN	OMNIBUS LINEA	SCANIA	K400 IB4X2	IRIZAR i6	44	42	2	9BSK4X200K3948818	DC13113K018339049	2019
52	F6E-954	343-LN	OMNIBUS LINEA	SCANIA	K400 IB4X2	IRIZAR i6	44	42	2	9BSK4X200K3948832	DC13113K018339061	2019

