

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE UN PLAN ESTRATÉGICO DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
UNA FLOTA DE TRACTOCAMIONES
KENWORTH EN LA EMPRESA
TRANSPORTES HAGEMSA**

TESIS

Presentada por:

Bach. Eduardo Acuña Escalante

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO

TACNA–PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TAGNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE UN PLAN ESTRATÉGICO DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
UNA FLOTA DE TRACTOCAMIONES
KENWORTH EN LA EMPRESA
TRANSPORTES HAGEMSA**

Tesis sustentada el 02 de setiembre de 2016, estando integrado el jurado calificador por:

PRESIDENTE


.....
Ing. Víctor Juan Malpartida Arrieta

SECRETARIO


.....
Dr. Jesús Plácido Medina Salas

VOCAL


.....
Ing. Reynaldo Clemente Telles Ríos

ASESOR


.....
Msc. Avelino Godofredo Pari Pinto

DEDICATORIA

A mi Hijo Guillermo, que es mi motor y motivo, para ser cada día mejor.

AGRADECIMIENTO

A mis docentes de la escuela de Ingeniería Mecánica, por haberme brindado sus enseñanzas y experiencias; fortaleciendo mi espíritu profesional, vocacional y de servicio al desarrollo industrial de mi comunidad y país.

CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE DE TABLAS	xii
INDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xix
ABSTRACT	xx
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Descripción de la empresa	3
1.1.1 Reseña histórica	3
1.1.2 Ubicación geográfica	5
1.1.3 Visión	6
1.1.4 Misión	7
1.2 Planteamiento del problema	7
1.3 Objetivos	8

1.3.1 Objetivo general	8
1.3.2 Objetivos específicos	9
1.4 Alcance y Limitaciones	9
CAPITULO II	
MARCO TEÓRICO	
2.1 Definición de Mantenimiento	11
2.2 Tipos de Mantenimiento	12
2.2.1 Mantenimiento correctivo	13
2.2.2 Mantenimiento preventivo	14
2.2.2.1 Mantenimiento programado	16
2.2.2.2 Mantenimiento predictivo	16
2.2.2.3 Mantenimiento de oportunidad	16
2.3 Derivaciones del mantenimiento preventivo	17
2.3.1 Mantenimiento proactivo	17
2.3.2 Mantenimiento Productivo Total (TPM)	17
2.4 Gestión de mantenimiento en flotas de tractocamiones	19
2.5 Norma internacional PAS 55	23

2.6	Indicadores de mantenimiento	26
2.6.1	Disponibilidad	26
2.6.2	MTBF (Mid Time Between Failure, tiempo medio entre fallos)	27
2.6.3	MTTR (Mid Time To Repair, tiempo medio de reparación)	27
2.6.4	Utilización	28
2.6.5	Confiabilidad	28
2.7	Implementación del mantenimiento preventivo	29
CAPÍTULO III		
MARCO METODOLÓGICO		
3.1	Tipo de investigación	31
3.2	Técnicas de investigación y análisis	31
3.3	Población y muestra	32
3.4	Hipótesis	33
CAPÍTULO IV		
EMPRESA TRANSPORTES HAGEMSA S.A.C..		
4.1	Organización de la empresa	34
4.2	Servicios de la empresa	35

4.2.1 Servicio normal	36
4.2.2 Servicio expreso	37
4.2.3 Servicio especial	37
4.3 Flota de unidades	38
4.4 Organigrama del departamento de mantenimiento	55
4.4.1 Jefe de mantenimiento	56
4.4.2 Planner de mantenimiento	56
4.4.3 Supervisor de taller	57
4.5 Flujograma del sistema del mantenimiento preventivo	58
4.6 Diagnóstico de la situación actual del mantenimiento y FODA	59
4.7 Análisis de los tractocamiones	62
4.8 Descripción de los tractocamiones Kenworth	65
4.9 Sistemas de funcionamiento	67
4.9.1 Sistema eléctrico	67
4.9.2 Sistema de admisión y escape	69
4.9.3 Sistema de lubricación	72
4.9.4 Sistema de combustible	74

4.9.5 Sistema de enfriamiento	75
4.9.6 Sistema de suspensión	79
4.9.7 Sistema de frenos	81
4.9.8 Sistema de transmisiones y puentes	85
4.10 Plan de mantenimiento preventivo de Transportes Hagemsa S.A.C.	88

CAPÍTULO V

DISEÑO ESTRATEGICO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

5.1 Identificación de los equipos	89
5.2 Programa de mantenimiento	90
5.3 Niveles de mantenimiento	93
5.4 Planeación de herramientas e instrumentos de medida	94
5.5 Planeación de stock necesario	97
5.6 Programa de Seguridad en el taller	99
5.6.1 Identificación de Peligros y evaluación de Riesgos (IPERC).	100
5.6.2 Procedimientos Escrito de Trabajo Seguro (PETS)	102
5.7 Lista de chequeo o lista de inspección diaria de los equipos	108
5.8 Solicitud de trabajo	110

5.9 Orden de trabajo	112
5.11 Ficha técnica de equipos	114
5.12 Programación del mantenimiento	115
5.12.1 Cartillas de mantenimiento preventivo	116
5.12.2 Plan de mantenimiento en Excel	132
5.12.3 Indicadores de gestión del mantenimiento	135
5.12.4 Análisis de aceite	140
5.12.5 Análisis vibracional en Tractocamiones	144
5.12.5.1 Vibración en el sistema de suspensión	144
5.12.5.2 Puntos a medir la vibracional en Tractocamiones	146
5.12.6 Tiempo de vida de los componentes del motor	152
5.12.7 Software de mantenimiento	153
CAPÍTULO VI	
ANALISIS ECONÓMICO DE LA PROPUESTA	
6.1 Resumen del costo luego de la implementación del plan	159
6.2 Mano de obra y tiempos de mantenimiento	163
6.3 Materiales de mantenimiento	166

6.4	Resumen de costo antes de iniciar la implementación	174
6.5	Cuadro comparativo: costo antes y después de implementación	177
6.6	Flujograma del sistema del mantenimiento preventivo	180
	CONCLUSIONES	181
	RECOMENDACIONES	184
	BIBLIOGRAFÍA	186
	ANEXOS	188

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución del personal por sucursales	34
Tabla 2. Distribución del personal por áreas	35
Tabla 3. Detalle de flota de transporte	39
Tabla 4. Características de la flota de camiones de Hagemsa	42
Tabla 5. Característica de la flota kenworth T660	45
Tabla 6. Características de las plataformas Hagemsa	48
Tabla 7. Características de las camabajas Hagemsa	53
Tabla 8. Reporte de revisiones de los Kenworth T660	63
Tabla 9. Mantenimiento programado del sistema de aire	84
Tabla 10. Codificación de los equipos	90
Tabla 11. Herramientas del taller Hagemsa	96
Tabla 12. Planificación de componentes	98
Tabla 13. Formato ATS	101
Tabla 14. Calibración de Inyectores y válvulas de motor C15	102
Tabla 15. Cartillas de mantenimiento PM1	117
Tabla 16. Cartillas de mantenimiento PM2	120
Tabla 17. Cartillas de mantenimiento PM3	123
Tabla 18. Cartillas de mantenimiento PM4	127

Tabla 19. Programa de mantenimiento de Tracto T660	133
Tabla 20. Indicadores de mantenimiento Hagemsa	138
Tabla 21. Elementos de desgaste del motor	141
Tabla 22. Análisis de aceite	142
Tabla 23. Tiempo de vida de los componentes del motor C-15	152
Tabla 24. Solución de problemas básicos del motor	153
Tabla 25. Códigos de fallas	156
Tabla 26. Precio del PM1	160
Tabla 27. Precio del PM2	161
Tabla 28. Precio del PM3	161
Tabla 29. Precio del PM4	162
Tabla 30. Costo de mantenimiento por año	163
Tabla 31. Mano de obra del personal de mantenimiento	164
Tabla 32. Tiempo de mano de obra	165
Tabla 33. Materiales del mantenimiento	167
Tabla 34. Costo de reparación de las coronas	175
Tabla 35. Tiempo de reparación de una corona	177
Tabla 36. Comparación del costo antes y después	178

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la empresa	6
Figura 2. Tipos de mantenimiento	12
Figura 3. Pirámide de la Norma Pas 55	24
Figura 4. Modelo de gestión de mantenimiento de la Pas 55	25
Figura 5. Unidad de transporte por servicio normal	36
Figura 6. Unidad de transporte por servicio expreso	37
Figura 7. Unidad de transporte por servicio especial	38
Figura 8. Flota de Tractos Hagemsa	39
Figura 9. Flota de Camabajas Hagemsa	40
Figura 10. Grua Hagemsa	40
Figura 11. Semiremolque Randon Hagemsa	41
Figura 12. Montacarga Hagemsa	41
Figura 13. Organigrama del departamento de mantenimiento	55
Figura 14. Flujograma de Transportes Hagemsa	58
Figura 15. Análisis Foda Actual	61
Figura 16. Gráfico de Pareto de las fallas	64
Figura 17. Ubicación de los sensores del motor C-15	68

Figura 18. Circuito eléctrico del motor C-15	69
Figura 19. Circuito de admisión y escape	70
Figura 20. Sistema ATAAC	72
Figura 21. Sistema de lubricación del motor	74
Figura 22. Unidad de inyección mecánica y control electrónico	75
Figura 23. Sistema de enfriamiento del motor	76
Figura 24. Sistema de suspensión neumática	80
Figura 25. Ventajas y desventajas del sistema de suspensión	81
Figura 26. Circuito del sistema de aire	83
Figura 27. Sistema de transmisión	87
Figura 28. Matriz de Evaluación de riesgos	100
Figura 29. Formato de Check List	109
Figura 30. Formato de solicitud de trabajo	111
Figura 31. Formato de Orden de Trabajo	113
Figura 32. Ficha Técnica del Tractocamión Kenworth T660	114
Figura 33. Disponibilidad operacional	139
Figura 34. Confiabilidad operacional	139
Figura 35. Resultados del análisis de Aceite	143
Figura 36. Acelerómetro fijo a la estructura de base atornillada	148

Figura 37. Modelo de suspensión de muelles tipo “walking beam”	149
Figura 38. Modelo de suspensión de aire en los ejes de carga	149
Figura 39. Modelo de suspensión de muelles	150
Figura 40. Vehículo articulado T3S2 con suspensión de muelles y aire	150
Figura 41. Aceleración en el comportamiento de carga	151
Figura 42. Despiece de la Corona	174
Figura 43. Ahorro Anual de Mantenimiento Preventivo	179
Figura 44. Flujograma del Mantenimiento Preventivo	180

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Dimensiones del tracto camión kenworth T660	188
Anexo 2. Bujes y barras de suspensión posterior	189
Anexo 3. Abrazaderas y componentes de muelles delanteros	189
Anexo 4. Despiece de muelles de suspensión delantera	190
Anexo 5. Componentes del sistema de suspensión	190
Anexo 6. Componentes del sistema de suspensión neumática	191
Anexo 7. Despiece del conjunto de frenos	191
Anexo 8. Despiece del eje pivot	192
Anexo 9. Despiece del eje s	192
Anexo 10. Instalación del eje de velocidad	193
Anexo 11. Despiece del ajustador automático	193
Anexo 12. Inclinación del eje posterior	194
Anexo 13. Sistema de transmisión	194
Anexo 14. Reducción con la válvula montada en el tablero	195
Anexo 15. Ubicación de los remaches de fajas	195
Anexo 16. Instalación del embrague al volante	196
Anexo 17. Ficha técnica del Kenworth modelo T660	197

GLOSARIO

MC	Mantenimiento correctivo
MP	Mantenimiento preventivo
HSE	Higiene seguridad y medio ambiente
RCM	Mantenimiento centrado en fiabilidad/confiabilidad
TPM	Mantenimiento proactivo total
MTBF	Tiempo medio entre fallos
MTTR	Tiempo medio de reparación
GMAO	Gestión de mantenimiento asistido por ordenador
OHC	Árbol de levas en la cabeza
TDC	Punto muerto superior
NRS	Sistema de reducción del NOX
ATAAC	Pos enfriador de aire por aire
TA	Sistema turbo comprimido y pos enfriado
JWAC	Pos enfriado por agua de las camisas
SCAC	Pos enfriado de circuito independiente
EUI	Unidad de inyección electrónica
MEUI	Sistema de inyección accionada mecánicamente
AMOES	Sistema de enfriamiento modular avanzado
PSI	Unidad de presión
SAE	Sociedad de Ingenieros automotrices
IPERC	Identificación de peligros y evaluación de riesgos
ET	Software técnico electrónico
DLA	Adaptador de enlace de datos
API	Instituto Americano del Petróleo
DTC	Código de diagnóstico del problema

RESUMEN

La empresa Transportes Hagemsa S.A.C. se dedica al transporte de carga pesada, entre sus principales clientes, a los que brinda este servicio, están las empresas de minería en todo el territorio nacional. Los altos requerimientos de sus clientes hicieron que la empresa ponga una especial atención en el área de mantenimiento y la manera en cómo este debe gestionar sus funciones.

He aquí que se propuso la utilización del MP (Mantenimiento preventivo) a manera de un plan estratégico en el área de mantenimiento, para que las unidades de transporte sean revisadas antes, durante y después de cada una de las operaciones productivas que realizan; todo esto apoyado en una gestión de los procesos de mantenimiento. Con la finalidad de evitar peligros, no solo de la unidad de transporte, sino al mismo tiempo del personal que lo conduce; reduciendo así costos de operación y mejorando los indicadores de gestión de mantenimiento. Con la implementación del plan de mantenimiento preventivo, la empresa ordenó sus procesos creando mayor capacidad de respuesta de sus unidades para mejorar el servicio al cliente.

ABSTRACT

The Transportes Hagemsa S.A.C. company is dedicated to the transport of heavy cargo. Among its main clients to whom it provides this service, are the mining companies throughout the national territory. The high requirements of its customers made the company pay special attention in the area of maintenance and the way in which it must manage its functions.

It was proposed that the PM (preventive maintenance) be used as a strategic plan in the maintenance area, so that the transportation units are reviewed before, during and after each of the productive operations that they perform; all supported by a management of maintenance processes. With the purpose of avoiding dangers, not only of the transport unit, but at the same time of the personnel that drives it; thus reducing operating costs and improving maintenance management indicators. With the implementation of the preventive maintenance plan, the company ordered its processes creating greater capacity of response of its units to improve the service to the client.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la empresa Transportes Hagemsa S.A.C. no cuenta con un sistema de Gestión de Mantenimiento que satisfaga las necesidades de compatibilidad acordes con el mercado actual. La calidad en el servicio de transporte requiere de propuestas de mercado, que compitan en precio, calidad, satisfacción y seguridad con otras ofertas más sofisticadas. El entorno competitivo actual exige que las empresas estén en una permanente mejora, que permita asegurar su permanencia en el mercado al ofrecer un servicio de calidad superior.

Es por esta razón que este estudio está abocado a realizar un diagnóstico de la situación actual del área de mantenimiento de la empresa, con la finalidad de aplicar un plan estratégico de Mantenimiento Preventivo que resulte en una mejora de la eficiencia de las unidades y la disminución de costos operativos por el mantenimiento; mostrando una mayor eficiencia en los indicadores de gestión de mantenimiento, que en esta tesis se estudian.

El mantenimiento preventivo es utilizado en todas la empresas que trabajan con unidades o equipos que son importantes para ellos y que su

parada significa pérdidas económicas para la empresa, es por esto que Hagemsa debió cambiar su manera de trabajo y empezar a gestionar el área de mantenimiento que es tan importante en su proceso de servicio al cliente.

A pesar que ellos tenían una manera de trabajo que les había funcionado durante varios años, se dieron cuenta que con esta gestión de mantenimiento esto podía mejorar mucho más a favor de la empresa disminuyendo sus costos y ampliando la operatividad de las unidades de transporte.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la empresa

1.1.1 Reseña histórica

Transportes Hagemsa S.A.C., es una empresa peruana de capitales arequipeños, que nace en setiembre de 1998 como respuesta a las necesidades del exigente mercado de transporte terrestre de carga liviana y pesada en Arequipa.

Inicialmente se constituyó como una Empresa Individual de Responsabilidad Limitada (E.I.R.L.) siendo sus principales clientes en aquel período Ferreyros, Praxair y Detroit, transportando principalmente carga pesada y liviana en general.

Con el transcurrir del tiempo y gracias a la calidad de atención a sus clientes, la empresa Transportes Hagemsa S.A.C. obtiene contratos con diversas empresas mineras entre ellas destacan: Xstrata Tintaya, Southern Peru Copper Corporation y Sociedad Minera Cerro Verde; esta apertura de mercado le permitió a la empresa crecer de forma sostenida durante varios

años, adquiriendo y renovando la flota de unidades para prestar servicios especializados en el sector minería.

En el 2008, Transportes Hagemsa se constituye como una Sociedad Anónima Cerrada (S.A.C.), convirtiéndose en una de las empresas de transporte de carga pesada más reconocidas en el sur del país. En ese mismo año recibe el premio de Empresa Peruana del Año como un reconocimiento a su exitosa trayectoria.

En el 2009, la empresa obtiene un importante contrato con Xstrata para manejar la logística parcial del proyecto Las Bambas en Cuzco, transportando maquinaria pesada, carga pesada y liviana en las rutas del sur CASTROL del Perú.

En el 2010, incursiona en el ámbito internacional con el transporte de carga pesada y liviana para Xstrata en el vecino país de Chile, lo que constituye un paso importante para la empresa al internacionalizar sus rutas.

En Julio del 2012, obtiene un contrato con COMPAÑÍA MINERA ARES para la ruta de Arequipa – Ares con el servicio de Camabajas para cargas mayores a 6 metros de alto. Posteriormente, en setiembre del mismo año obtiene un contrato con Ferreyros para Equipos modulares de 8 ejes con un peso total de 85 TN, en la mina Souther Peru Cooper Corporation.

Desde el 2015, se sumó a la lista de clientes, la empresa Austin Ingenieros de Chile; con la que firmó un contrato para el transporte de Tolvas y Baldes de gran minería en MMG Las Bambas. Actualmente la empresa Transportes Hagemsa S.A.C. es una de las empresas más importantes en el sur del país en el rubro transporte especializada en el sector minería, y cuenta con cuatros sucursales en las ciudades de Arequipa, Lima, Moquegua y Cuzco. La empresa está consciente que para seguir manteniéndose líder en el mercado, deberá ofrecer servicios de calidad superior a los de su competencia y cumplir con las exigencias en gestión ambiental y gestión de seguridad y salud ocupacional que dictan sus clientes y el Estado Peruano.

1.1.2 Ubicación geográfica

La empresa Transportes Hagemsa S.A.C., se ubica en la Avenida Perú - Mz. C - 32 Lt. 3 y 4 - Cerro Colorado, Arequipa, Perú.

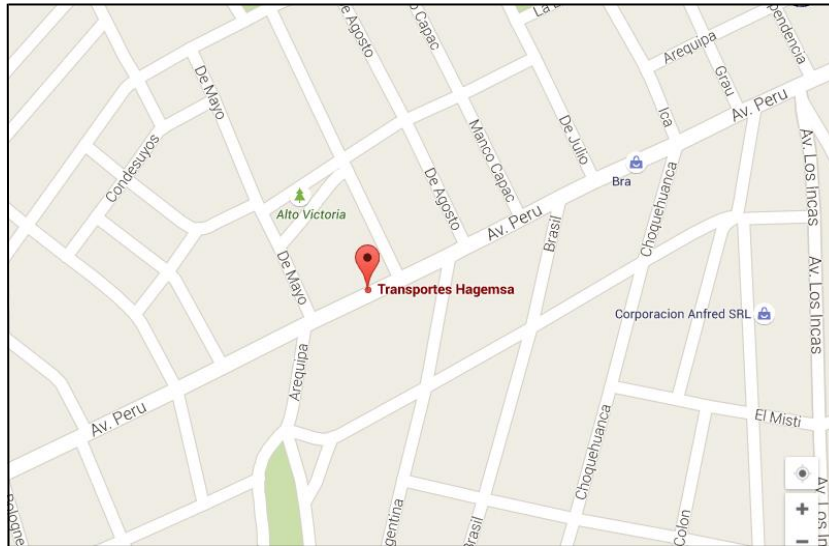


Figura 1. Ubicación geográfica de la empresa

Fuente: Google MAPS

1.1.3 Visión

Ser la empresa líder en el transporte de carga pesada, consolidarnos en el mercado peruano y expandirnos a nivel internacional como una empresa de calidad que brinda sus servicios con excelencia, eficiencia, seguridad, acorde con el cambio de la tecnología y comprometiéndonos con el medio ambiente, servicio al cliente y la formación integral de sus colaboradores.

1.1.4 Misión

Brindar un servicio de transporte de carga pesada y logística a nivel nacional satisfaciendo plenamente en tiempo y forma los requerimientos de nuestros clientes, garantizando un servicio que destaque por la seguridad, puntualidad y calidad, con respaldo de tecnología adecuada, personal calificado y competitivo, quienes cuentan con nuestro apoyo para su formación ética y profesional; respetando el medio ambiente de las comunidades por donde operamos.

1.2 Planteamiento del problema

Actualmente, la empresa no cuenta con sistemas de gestión formalmente delineados que le permitan optimizar las operaciones productivas dentro de su organización. A esto le agregamos que, las unidades de transporte tienen la necesidad de desarrollar un plan de gestión de mantenimiento que asegure su funcionamiento y operatividad, y que se adecue a las distintas actividades que se realizan en su campo de acción. Esto conlleva sobre todo, al requerimiento de un plan estratégico de mantenimiento, con la finalidad de optimizar la utilización de las unidades,

disminuyendo en todo lo posible el mantenimiento correctivo que es muy caro y perjudicial para la empresa Transportes Hagemsa S.A.C..

Frente a esta problemática cabe plantear el siguiente cuestionamiento:
¿Cuál es el diseño de un plan estratégico de mantenimiento preventivo para una flota de tractocamiones KENWORTH que se adecue a las necesidades de la empresa Transportes Hagemsa S.A.C.?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar el diseño de un Plan de Gestión de Mantenimiento Preventivo aplicado a las unidades de Tractocamiones de la marca Kenworth T660 en la empresa Transportes Hagemsa S.A.C., con la finalidad de reducir los costos de mantenimiento, sobre todo el correctivo, y optimizar la confiabilidad de las unidades dentro de su entorno operacional.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Realizar la recopilación de la información, con la finalidad de diagnosticar la situación actual del área de mantenimiento, evaluando las necesidades y oportunidades de mejora inmediata.
2. Elaborar un Plan de Gestión de Mantenimiento Preventivo que se adecue a las necesidades y situación actual de la empresa.
3. Determinar cada uno de los cambios que van alineados a la implementación del Plan de Gestión de Mantenimiento Preventivo, para hacer que este sea llevado a cabo por completo.
4. Determinar en qué medida se reducirán los costos de mantenimiento y se optimizarán los indicadores de gestión de mantenimiento que en esta tesis se van a desarrollar: disponibilidad, confiabilidad y utilización de las unidades.

1.4 Alcance y Limitaciones

Para el desarrollo de la presente investigación se considera el área de mantenimiento de la empresa Transportes Hagemsa S.A.C., y todo lo que esta comprende en su trabajo con los tractocamiones. Para esto se realizó un análisis de la situación actual de la empresa, métodos de trabajo (sistema

de mantenimiento actual) y gestión de mantenimiento, así se procederá a determinar los elementos críticos que requieren mayor atención, es a estos elementos a los que se aplicara un plan estratégico de Mantenimiento Preventivo, con la finalidad de detectar a tiempo las fallas mecánicas, reduciendo los costos de mantenimiento y mejorando los indicadores de gestión de mantenimiento que se evaluarán: disponibilidad, confiabilidad y utilización de las unidades. Cabe resaltar que el presente estudio está delimitado por variables que se vieron en el campo, razón por la cual se aplican ciertos métodos, teorías y procedimientos que se adecuan a la empresa.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Definición de Mantenimiento

Existen varias definiciones de mantenimiento, a continuación se presentan las más importantes:

1. Según el RCM, 1999. Es asegurar que todo elemento físico continúe desempeñando las funciones deseadas. Esto es porque el mantenimiento - el proceso de "causar que continúe" - solamente puede entregar la capacidad incorporada (o fiabilidad inherente) de cualquier elemento.
2. Según Emilio Alpizar Villegas en su Libro Operación, mantenimiento y control de calidad; define el mantenimiento como todas las actividades desarrolladas con el fin de conservar las instalaciones y equipos en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico.
3. La European Federation of National Maintenance Societies define mantenimiento como: todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar

a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes.

2.2 Tipos de Mantenimiento

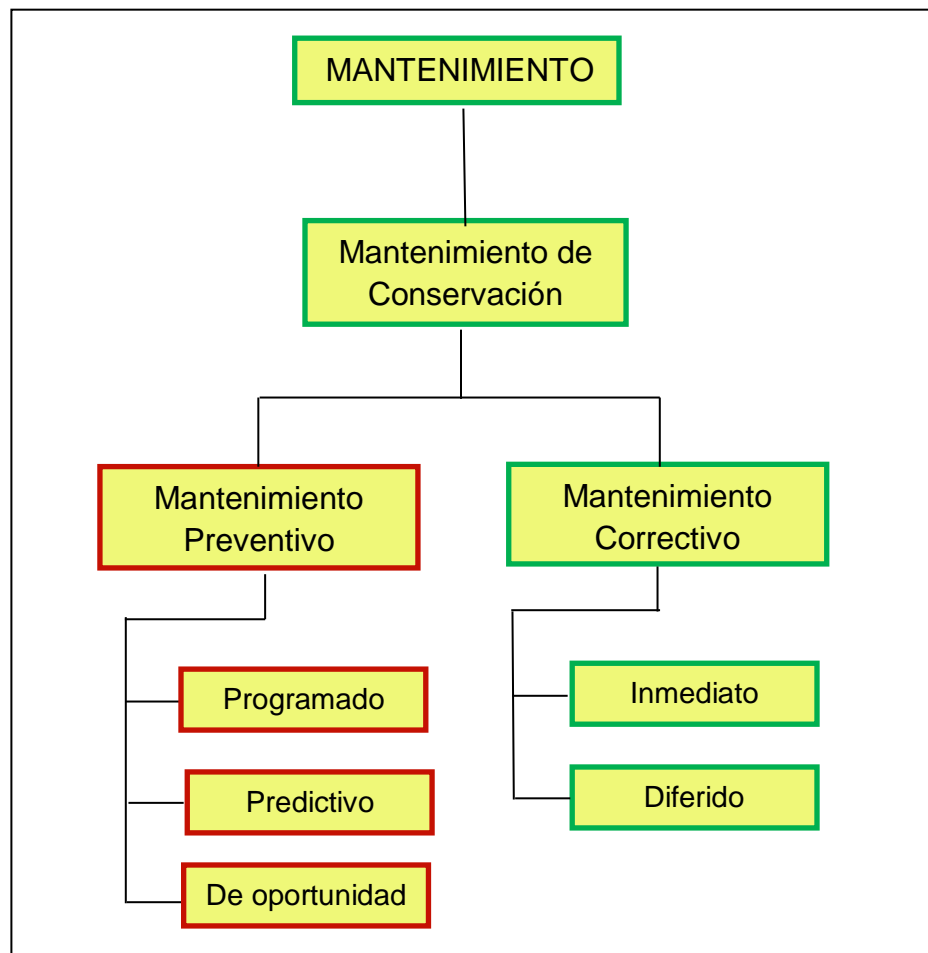


Figura 2. Tipos de Mantenimiento

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento>

2.2.1 Mantenimiento correctivo

Es la forma más básica de mantenimiento, que consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos. Históricamente, es el primer concepto de mantenimiento y el único hasta la Primera Guerra Mundial, dada la simplicidad de las máquinas; durante esa época el mantenimiento era sinónimo de reparar aquello que estaba averiado. Bajo este concepto el mantenimiento se realiza luego que ocurra una falla o avería en el equipo ya que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo, presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, pues implica el cambio de algunas piezas del equipo.

Dentro del Mantenimiento Correctivo encontramos, dos formas de este:

2.2.1.1 Correctivo inmediato

Este tipo de correctivo implica la parada de manera forzosa e imprevista del equipo cuando ocurre un fallo, y que impone la necesidad de reparar el equipo antes de poder continuar haciendo su uso. La reparación se lleva a cabo con la mayor rapidez posible para evitar daños materiales y humanos, así como pérdidas económicas.

2.2.1.2 Correctivo diferido

Este mantenimiento tiene como objetivo anticiparse a los posibles fallos de un equipo de un momento a otro, se basa en experiencias previas y generalmente se lleva a cabo en los momentos en que un equipo debe ser sometido a un proceso de mantenimiento general para identificar piezas gastadas o posibles averías.

2.2.2 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo constituye una acción, o serie de acciones necesarias, para alargar la vida útil de los equipos; y prevenir la suspensión de las actividades laborales por imprevistos. Tiene como propósito planificar períodos de paralización de trabajo en momentos específicos, para inspeccionar y realizar las acciones de mantenimiento de los equipos, con lo que se evitan reparaciones de emergencia. Mejora la productividad hasta en 25 %, reduce 30 % los costos de mantenimiento y alarga la vida útil de la maquinaria y equipo hasta en un 50 %.

Los objetivos del mantenimiento preventivo son:

1. Reducir la frecuencia y gravedad de las fallas en los equipos.
2. Incrementan la vida útil de los equipos productivos.

3. Reducir el costo total de mantenimiento.
4. Mejorar las condiciones de seguridad e higiene en el entorno de trabajo.
5. Mejorar la calidad de los servicios de transporte, a favor de hacer a la empresa más competitiva en el mercado.

Los beneficios del mantenimiento preventivo son:

1. Permite que las operaciones del mantenimiento sean más eficientes, seguras y confiables.
2. Crea un ambiente de orden, disciplina y organización, lo que marca tendencias y conductas.
3. Genera economías en costos y presupuestos de operación, liberando recursos a favor de la empresa.
4. Aumenta la productividad de los equipos.

La importancia del Mantenimiento Preventivo radica en que evita:

1. Pérdidas de producción
2. Deficiencias en la calidad
3. Tiempos muertos
4. Pérdida de ganancias

Los tipos de mantenimiento preventivo son:

2.2.2.1 Mantenimiento programado

Es el mantenimiento, en el que las revisiones se realizan por tiempo, kilometraje, horas de funcionamiento, etc. Estos intervalos son puestos según el tipo de equipo con el que se trabaje.

2.2.2.2 Mantenimiento predictivo

Es el tipo de mantenimiento preventivo, que trata de determinar el momento en el cual se deben efectuar las reparaciones mediante un seguimiento que determine el periodo máximo de utilización antes de ser reparado. Para esto se realizan monitoreos para “predecir” la falla; tales variables pueden ser nivel de vibraciones, temperatura, presión, velocidad, etc. El mantenimiento predictivo es una etapa avanzada del mantenimiento preventivo que reduce la incertidumbre acerca del tiempo de falla de un equipo.

2.2.2.3 Mantenimiento de oportunidad

Es aquel que se realiza aprovechando los períodos de no utilización, evitando de este modo parar los equipos cuando están en uso.

2.3 Derivaciones del mantenimiento preventivo

A raíz del mantenimiento preventivo se desprenden varios conceptos de mantenimiento, que llevan los mismos lineamientos con algunas especificaciones de aplicación.

Podemos mencionar los siguientes:

2.3.1 Mantenimiento proactivo

También llamado mantenimiento de precisión o mantenimiento basado en la confiabilidad, es un proceso de gestión de riesgos que permite mejorar continuamente estrategias de mantenimiento y rendimiento de maquinaria y su objetivo es eliminar los fallos repetitivos o posibles problemas recurrentes.

Una buena implantación y ejecución del proceso de mantenimiento proactivo puede asegurar una mejor amortización de los activos al gestionar claramente el riesgo potencial sobre ellos. La gestión total incluye los equipos (hardware) y los programas (software) y todos los recursos técnicos requeridos.

2.3.2 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Este es un método japonés cuya finalidad es la de reducir los costos de producción. Se considera uno de los conceptos más avanzados hasta el momento en lo que respecta al mantenimiento preventivo, sistemático y

condicional. Introduce el concepto de “costo del ciclo de vida”, donde se analiza no solamente los costos de adquisición de los equipos, sino además el valor del mantenimiento y de la operación del mismo. Sus características son:

- a. Se busca optimizar la utilización de las máquinas.
- b. Se analiza el costo de los equipos a lo largo de su ciclo de vida.
- c. Se integra la participación de las áreas de producción, mantenimiento y planeación de la empresa.
- d. Se busca participación de la gerencia en el proceso de mejoramiento.
- e. Creación de pequeños grupos orientados hacia la búsqueda de mejoras.

Objetivos del TPM

- a. Cero averías en los equipos.
- b. Cero defectos en la producción.
- c. Cero accidentes laborales.
- d. Mejorar la producción.
- e. Minimizar los costos.
- f. Búsqueda de la eficacia total de los equipos.
- g. Plan de mantenimiento para la vida total de los equipos.

2.4 Gestión de mantenimiento en flotas de tractocamiones

A finales del siglo XIX, la función del mantenimiento fue evolucionando rápidamente. Y es en los inicios de la Revolución Industrial, cuando los propios operarios se encargaban de las reparaciones de los equipos. Y cuando las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a las tareas de reparación aumentaba, se crearon los departamentos de mantenimiento. La primera tarea del área de mantenimiento era evitar las fallas con el firme propósito de aumentar la producción y evitar pérdidas por averías y costos asociados.

Es así como aparece el mantenimiento preventivo, el mantenimiento predictivo, el mantenimiento proactivo, la gestión de mantenimiento y el RCM. Este último, como estilo de gestión de mantenimiento, se basa en: el estudio de los equipos, el análisis del modo de fallas y la aplicación de técnicas estadísticas y tecnología de detección.

Es en la segunda fase del desarrollo del mantenimiento, que se desarrolla el mantenimiento preventivo; en el que su metodología se basa en una mayor rentabilidad económica, con una mayor producción para lo cual se establecen funciones orientadas a detectar y/o prevenir posibles fallos antes que tuvieran lugar.

En los años 70, tuvo lugar la aparición del mantenimiento productivo, el cual constituye la tercera fase de desarrollo antes de llegar al TMP. Este se enfoca en que las tareas que son normalmente realizadas por el personal de mantenimiento, ahora son realizadas por operarios de producción, considerando tareas como limpieza, ajustes, lubricación y pequeñas reparaciones. De esta manera se involucraría al operario de producción a las tareas de mantenimiento, consiguiendo las Cero Averías. Esta filosofía involucra al equipo humano de las empresas, para que la mejora sea desde lo más profundo y con mayor impacto.

Es así como la relación de mantenimiento y producción da origen a la Gestión de Mantenimiento. En esta concepción, ambas áreas son igual de importantes y llevan en su mejora, a un mayor rendimiento de la empresa.

Posteriormente, y como parte del desarrollo de la Gestión de Mantenimiento, nace la **Gestión de flotas**; que es la administración y logística del conjunto de vehículos de una empresa. La gestión de flotas puede incluir una variedad de funciones como financiación, mantenimiento de vehículos, sistemas telemáticos (seguimiento y diagnóstico), gestión de conductores, control del combustible despachado y el seguimiento a la seguridad y la salud de los operadores. La gestión de flotas permite

minimizar riesgos asociados con la inversión en vehículos y mejorar la eficiencia y productividad. El responsable de la gestión de flotas debe desempeñar sus tareas y actividades en función de las directrices de la dirección general de la empresa.

Según una investigación independiente llevada a cabo por Berg Insign, la cifra de sistemas de gestión de flotas instalados en vehículos comerciales en Europa superará el millón de unidades el próximo año. Aunque el nivel total de uso es todavía bajo, algunos segmentos, como el transporte por carretera cuenta una tasa de adopción de más del 30 % para este tipo de sistemas. En América Latina, esta cifra aún es menor, sin embargo, está en un aumento acelerado, por la competitividad y la globalización en la que vivimos.

Razones para Gestionar el Mantenimiento:

- a. Porque la competencia del mercado obliga a bajar los costos. Optimizando el uso de los recursos y la eficiencia de los equipos de trabajo.
- b. Porque las diferentes áreas relacionadas al Mantenimiento, necesitan directrices relacionadas para juntos llegar a la mejora de la empresa en general.

- c. Porque la calidad, la seguridad y el medio ambiente son aspectos que son tomados en cuenta y de gran importancia para la Gestión del Mantenimiento.

En el Perú, la gestión de flotas de vehículos en las empresas puede ser un problema que origine costos excesivos, tales como el combustible. En el 2013, César Prieto, gerente general de **Frotcom Perú** comentó que ellos hicieron un estudio de mercado antes de entrar al Perú y se dieron cuenta que no habían muchas empresas de GPS y tampoco empresas de gestión de flotas.

“Somos muy optimistas sobre los resultados que obtendremos acá en el Perú básicamente porque no hemos encontrado todavía ninguna empresa que pueda dar un servicio parecido al nuestro. Realmente creemos que podemos dar mucho valor añadido a las empresas que utilicen vehículos en aras de ayudarlos a optimizar su flota y reducir sus costos, con la mejora de la planificación y el Mantenimiento de los equipos”, comentó.

Prieto manifestó que esto puede redundar en un aumento de la productividad de las empresas, lo que mejorará la calidad de su servicio, reduciendo además costos de mantenimiento por fallas en los vehículos. Dio como ejemplo que en otros países han conseguido brindar ahorros de hasta

25 % en el uso de combustibles como resultado de un manejo adecuado de la flota de vehículos de una empresa.

2.5 Norma internacional PAS 55

PAS 55 es la Especificación British Standard Disponible al Público para la gestión optimizada de activos físicos, esta provee las definiciones claras y la especificación de 28 requerimientos para establecer y auditar un sistema de gestión integrado y optimizado a lo largo del ciclo de vida para todo tipo de activo físico.

La actualizada y reconocida internacionalmente PAS 55 está demostrando ser la esencial, clara y objetiva definición de todo lo requerido para demostrar competencia, establecer prioridades de mejora y capitalizar dichas mejoras, lograr conexiones claras entre los planes estratégicos organizacionales y el trabajo real diario y las realidades de los activos. PAS 55 aplica a cualquier organización bien sea pública o privada, regulada o no regulada, que tenga una alta dependencia en infraestructura o equipos físicos.



Figura 3. Pirámide de la Norma pas 55

Fuente: pas55.net/spanish/whatis.asp

Gestión de mantenimiento basado en la Norma PAS 55

Como sistema de gestión de mantenimiento se refiere a la manera en que se especifican, controlan las prácticas requeridas para cumplir con los planes organizacionales, normalmente se basan en círculo de la calidad (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar). PAS 55:2008 establece la manera de llevar a terreno de manera auditable las aspiraciones de la gerencia corporativa, convirtiéndolas políticas, estrategias, objetivos y finalmente,

planes con acciones específicas sobre las personas con las competencias, responsabilidades y autoridades requeridas.

De esta manera el sistema de gestión de mantenimiento es un mecanismo muy valioso para asegurar que los principios de planificación total del ciclo de vida, gestión de riesgo, costo/beneficio, enfoque al cliente, sustentabilidad, etc. sean realmente implementados dentro del trabajo diario de implementación de proyectos de capital, operaciones, mantenimiento, etc.

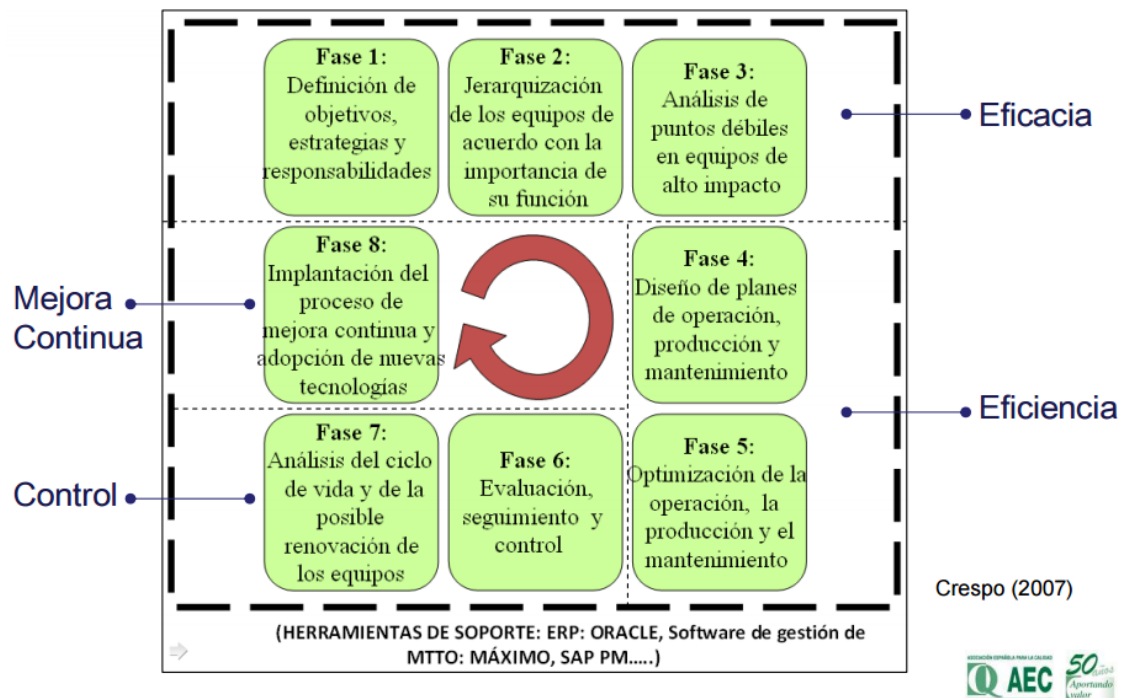


Figura 4. Modelo de gestión de mantenimiento cumpliendo la PAS 55

Fuente: pas55.net/spanish/whatis.asp

2.6 Indicadores de mantenimiento

Para la gestión de mantenimiento es necesario registrar datos y controlar la tendencia de algunos indicadores que permitan tomar decisiones en el momento oportuno y también guiar la actividad con el objetivo de incrementar la rentabilidad de la empresa al menor costo posible.

El registro de datos tiene que resultar rentable, esto es que el costo de registrar datos (mano de obra utilizada, software necesario, etc.) debe ser menor que el beneficio que brinda esos datos procesados como información. Estos indicadores son elementales para toda gestión de mantenimiento, pero de su análisis se vera la profundidad de su contenido a la hora de lograr mejoras en mantenimiento.

Se puede considerar los siguientes:

2.6.1 Disponibilidad

La disponibilidad es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. A través del estudio de los factores que influyen sobre la disponibilidad, el MTBF y el MTTR, es posible para la gerencia evaluar distintas alternativas de acción para lograr los aumentos necesarios de disponibilidad.

$$Disponibilidad = \frac{Horas\ Totales - Horas\ parada\ por\ mantenimiento}{Horas\ Totales} \quad (1)$$

2.6.2 MTBF (Mid Time Between Failure, tiempo medio entre fallos)

Este indicador mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad sin interrupciones dentro del período considerado; este constituye un indicador indirecto de la confiabilidad del equipo o sistema. El Tiempo Promedio para Fallar también es llamado “Tiempo Promedio Operativo” o “Tiempo Promedio hasta la Falla”.

$$MTBF = \left(\frac{Hrs\ Trabajadas}{N^{\circ}\ Paradas\ Correctivas} \right) \quad (2)$$

2.6.3 MTTR (Mid Time To Repair, tiempo medio de reparación)

Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período de tiempo determinado. El tiempo promedio para reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir, a la ejecución del mantenimiento. La mantenibilidad, definida como la probabilidad de devolver el equipo a condiciones operativas en un cierto tiempo utilizando procedimientos prescritos, es una función del

diseño del equipo (factores tales como accesibilidad, modularidad, estandarización y facilidades de diagnóstico, facilitan enormemente el mantenimiento). Para un diseño dado, si las reparaciones se realizan con personal calificado y con herramientas, documentación y procedimientos prescritos, el tiempo de reparación depende de la naturaleza del fallo y de las mencionadas características de diseño.

$$MTTR = \left(\frac{\text{Hrs Paradas Correctivas no programadas}}{\text{N}^\circ \text{ Paradas Correctivas}} \right) \quad (3)$$

2.6.4 Utilización

La utilización también llamada factor de servicio, mide el tiempo efectivo de operación de un activo durante un período determinado.

$$\text{Utilizacion} = \frac{\text{Hrs Trabajadas}}{\text{Hrs programadas} - (\text{Hrs paradas totales} + \text{Hrs totales Calentamiento})} \quad (4)$$

2.6.5 Confiabilidad

Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado. El estudio de confiabilidad es el estudio de fallos de un equipo o componente. Si se tiene un equipo sin fallo, se dice que el equipo es ciento por ciento confiable

o que tiene una probabilidad de supervivencia igual a uno. Al realizar un análisis de confiabilidad a un equipo o sistema, se obtiene información valiosa acerca de la condición del mismo: probabilidad de fallo, tiempo promedio para fallo, etapa de la vida en que se encuentra el equipo.

$$\text{Confiabilidad} = e^{\frac{-\text{Tiempo}}{MTBF}} \quad (5)$$

2.7 Implementación del mantenimiento preventivo

Los pasos a seguir para implementar un programa de mantenimiento preventivo:

1. Codificación de los equipos: La codificación se acostumbra hacerla en un sistema alfa numérico a fin de poder identificar más fácilmente los equipos en el taller. El código asignado a cada equipo se conservará para ese equipo por todo el tiempo que permanezca en la empresa y es conveniente conservarlo un buen tiempo después de su desaparición para evitar posibles confusiones. Este código deberá ser pintado en un lugar visible del equipo, así mismo, servirá de identificación del equipo en la "Hoja de vida".
2. Elaboración de la hoja de vida de los equipos: Esta hoja debe contener todos los datos del equipo, tales como motores, tipo de

voltaje, ajustes especiales, número de serie, modelo, número de serie del motor, características principales de los repuestos; se anotarán además las reparaciones que se hayan efectuado.

3. Hoja de mantenimiento: En esta hoja se describirán las revisiones de mantenimiento (preventivo o predictivo), debe incluir desde las revisiones más simples hasta las más complicadas.
4. Programa de mantenimiento: Aquí deben quedar consignados todos los pasos a seguir para lograr que los equipos a cargo funcionen sin interrupciones. Se deben dar instrucciones claras y precisas al personal de mantenimiento.

Este programa se debe establecer para realizar tareas diarias, semanales, mensuales, trimestrales, semestrales y anuales, según sean las necesidades de la empresa. Este tipo de mantenimiento debería ser el más usado en nuestra empresa ya que con él se logra una mayor atención a los equipos y se tienen menores tiempos de paradas.

Para implementar el mantenimiento preventivo es necesario tener claro qué es lo que se va a hacer, cómo se hará, cuándo y quiénes lo realizarán. Para llevarlo a cabo es necesario tener un plan de trabajo bien estructurado, evitando repetir funciones.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación es cuantitativa- aplicada.

Cuantitativa, pues tiene un campo donde se aplican las Ciencias (físicas, matemáticas, estadísticas). El objeto de este estudio es externo y los instrumentos suelen recoger datos cuantitativos los cuales también incluyen la medición sistemática, y se emplea el análisis estadístico como característica resaltante.

Y aplicada porque su principal objetivo se basa en resolver problemas prácticos, con un margen de generalización limitado. También porque permite conocer el proceso de ejecución de mantenimiento preventivo a través de la identificación, evaluación y análisis de las actividades realizadas.

3.2 Técnicas de investigación y análisis

a) Recopilación de la información:

Para tener una visión acerca del comportamiento del personal que trabaja en el área de mantenimiento de las unidades de transporte se

investigó sobre su estructura organizativa y física, haciendo más énfasis en los departamentos que están relacionados directamente con el mantenimiento.

b) Observación directa de los procesos:

Posteriormente, se observó cada uno de los procesos que se llevan a cabo en el taller de mecánica de la empresa, para tener una noción más clara de los mismos y así poder registrar la información de forma más detallada y con mayor precisión a través de la información directa, para luego compararla con toda la información recopilada anteriormente y de esta manera determinar las diferencias.

3.3 Población y muestra

La presente investigación estuvo dirigida a las unidades de análisis objeto de investigación, que son los tractocamiones de marca KENWORTH T660 perteneciente de la empresa Transportes Hagemsa S.A.C..

Todos ellos constituyen la población de estudio en la investigación planteada, para la cual se generalizarán los resultados. Esta población es de tipo finita porque está conformada por un número determinado de las unidades de transporte.

Es importante destacar, que dicha población está constituida por aproximadamente 100 vehículos, pertenecientes a todas las filiales de la empresa a nivel nacional.

Muestra

Dadas las características de esta población, se seleccionaron como unidades de estudio los tractocamiones de marca KENWORTH T660, que suman una totalidad de 20 unidades pertenecientes de la empresa Transportes Hagemsa S.A.C..

Por consiguiente, en esta investigación, no se aplicarán criterios muestrales, solo se extraerá una muestra piloto del universo, y se extenderá el análisis a estas unidades de transporte elegidos, para luego efectuar la generalización en la población estudiada.

3.4 Hipótesis

Mediante la implementación del diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo en las unidades tracto camión de marca KENWORTH, se logrará la disminución de los costos de mantenimiento en un 15 % y se optimizarán los indicadores de gestión de mantenimiento que aquí se estudiarán: disponibilidad, confiabilidad y utilización de las unidades.

CAPÍTULO IV

EMPRESA TRANSPORTES HAGEMSA S.A.C..

4.1 Organización de la empresa

La empresa Transportes Hagemsa S.A.C. cuenta con un equipo de 239 trabajadores entre personal administrativo, operativo y contratista.

La distribución del personal con respecto a las sucursales se precisa a continuación:

Tabla 1. Distribución de personal por sucursales

SUCURSALES		PERSONAL		TOTAL
		Administrativos	Operativos	
1	Arequipa	44	144	188
2	Lima	9	13	22
3	Cusco	3	23	26
4	Moquegua	2	1	3
TOTAL				239

Fuente: Elaboración propia.

La distribución del personal por áreas es de la siguiente manera:

Tabla 2. Distribución de personal por áreas

ÁREA		PERSONAL		TOTAL
		Administrativos	Operativos	
1	Gerencia General	1	0	1
2	Administración	12	5	17
3	Operaciones	18	147	165
4	Recursos Humanos	4	0	4
5	Contabilidad – Finanzas	10	0	10
6	Mantenimiento	3	18	21
7	Logística – Almacén	4	3	7
8	Seguridad	5	0	5
9	Área Legal	1	0	1
10	Contratista (Vigilancia)	0	8	8
TOTAL				239

Fuente: Elaboración propia

4.2 Servicios de la empresa

La Empresa Transportes Hagemsa S.A.C. ofrece dos servicios, el primero es transporte de carga pesada y liviana en sus distintas modalidades, y el segundo es alquiler y maniobras de grúas y montacargas, este último es complementario al primer servicio ofrecido.

El servicio de transporte de carga se da en tres modalidades, las características de cada modalidad se detallan a continuación:

4.2.1 Servicio normal

Las características del servicio normal son:

1. Transporte de carga liviana y pesada en general.
2. El tiempo de transporte mínimo es de 3 días.
3. Se consolida la carga de distintos clientes en una misma unidad.
4. Las unidades de transporte utilizadas son furgones, plataformas y ranflas, dependiendo de la carga.



Figura 5. Unidad de Transporte por Servicio Normal

Fuente: Archivo de Transportes Hagemsa

4.2.2 Servicio expreso

Las características del servicio expreso son:

1. Transporte de carga liviana y pesada en general.
2. El tiempo de transporte es menor a 24 horas en las rutas del sur del país, el servicio también es denominado servicio de emergencia.
3. En la mayoría de casos no se consolida la carga al 100 % de distintos clientes en una misma unidad de transporte, a fin de cumplir con el tiempo solicitado por el cliente.



Figura 6. Unidad de transporte para servicio expreso

Fuente: Archivo de transportes hagemsa

4.2.3 Servicio especial

Las características del servicio especial son:

1. Transporte de maquinaria pesada o carga sobredimensionada.
2. El tiempo de transporte dependerá de la ruta y de la carga.
3. No se consolida la carga.
4. Solamente se utilizan unidades especiales como camas bajas.



Figura 7. Unidad de transporte para servicio especial

Fuente: Archivo de transportes hagemsa

4.3 Flota de unidades

Transportes Hagemsa S.A.C., cuenta con una amplia flota de unidades de transporte para la prestación de sus servicios, entre camiones, tractos, ranflas, camas bajas, camionetas, grúas y montacargas.

Tabla 3. Detalle de la flota de transporte

FLOTA DE UNIDADES		
TIPO DE UNIDAD		CANTIDAD
1	Tracto	80
2	Plataforma	65
3	Camión	33
4	Cama Baja	27
5	Camioneta	27
6	Montacargas	3
7	Grúa	2
8	Motocicleta	2
TOTAL		238

Fuente: Elaboración propia



Figura 8. Flota de tractos Hagemsa

Fuente: <http://www.hagemsa.com/flota/>



Figura 9. Flota de Camabajas Hagemsa

Fuente: <http://www.hagemsa.com/>



Figura 10. Grúa Hagemsa

Fuente: <http://www.hagemsa.com/>



Figura 11. Semirremolque Randon Hagemsa

Fuente: www.randon.rb



Figura 12. Montacarga Hagemsa

Fuente: <http://www.hagemsa.com/>

Tabla 4. Características de la flota de camiones de la empresa Transportes Hagemsa S.A.C..

Nº	PLACA	TIPO DE UNIDAD	MARCA	MODELO	AÑO	COMBUSTIBLE	CHASIS	PESO UTIL (KG)	GPS
1	B9P-935	Camión	ISUZU	FVZ34SL-TDS	2010	Diesel	Camión	16 760,00	SI
2	B9Q-852	Camión	ISUZU	FVZ34SL-TDS	2010	Diesel	Camión	16 760,00	NO
3	D3Z-779	Camión	KENWORTH	T600	2011	Diesel	Baranda	39 833,00	NO
4	D3W-783	Camión	KENWORTH	T600	2011	Diesel	Baranda	39 819,00	NO
5	D4F-948	Camión	ISUZU	F13000	2011	Diesel	Camión	15 150,00	SI
7	V4A-927	Camión	CHEVROLET	FVR32ML-X3T17RS86	2007	Diesel	Baranda	9 480,00	NO
8	WG-9973	Camión	VOLVO	N 88	1973	Diesel	Furgón	13 900,00	NO
9	WGA-755	Camión	CHEVROLET	NPR70PL5LXYCHJ	2006	Diesel	Furgón	3 980,00	SI
10	WGB-827	Camión	CHEVROLET	NPR70PL5LXYCHJ	2007	Diesel	Furgón	3 980,00	NO
11	WH-1621	Camión	FORD	F-800	1968	Diesel	Camión	10 000,00	NO
12	WH-2459	Camión	FORD	F-800	1968	Diesel	Camión	10 000,00	NO
13	WH-8499	Camión	VOLVO	F-10	1986	Petroleo	Baranda	12 970,00	SI

Continuación de la Tabla 4

14	WH-9274	Camión	VOLVO	F7 16T	1983	Diesel	Furgón	14 000,00	NO
15	WH-9456	Camión	VOLVO	F-10	1982	Diesel	Camión	13 850,00	SI
16	WK-2815	Camión	CHEVROLET	14000	1993	Diesel	Baranda	8 000,00	NO
17	XH-1019	Camión	CHEVROLET	Kodiak	1995	Diesel	Camión	11 039,00	NO
18	XH-1287	Camión	CHEVROLET	Kodiak	1995	Diesel	Camión	11 039,00	NO
19	XH-1500	Camión	KENWORTH	T-6600	1997	Petroleo	Baranda	17 390,00	SI
20	XH-2817	Camión	VOLVO	N 88	1973	Diesel	Furgón	13 900,00	NO
21	XH-3039	Camión	VOLVO	N8852	1973	Diesel	Furgón	13 900,00	NO
22	XH-4275	Camión	CHEVROLET	NPR70PL-5LXYCHJ	2004	Diesel	Baranda	3 850,00	SI
23	XH-4276	Camión	CHEVROLET	NPR70PL-5LXYCHJ	2004	Diesel	Baranda	3 850,00	SI
24	XH-4435	Camión	HYUNDAI	HD72	2005	Diesel	Baranda	4 900,00	NO
25	XH-4436	Camión	HYUNDAI	HD72	2005	Diesel	Baranda	4 910,00	SI
26	XH-4904	Camión	CHEVROLET	NKR55EL-1EXY	2007	Diesel	Baranda	2 400,00	NO
27	XH-5074	Camión	IVECO	EUROCARGO170E22	2006	Diesel	Baranda	9 500,00	SI

Continuación de la tabla 4

28	XH-5190	Camión	CHEVROLET	FVR32ML-X3T17RS86	2007	Diesel	Baranda	16 280,00	SI
29	XH-5205	Camión	CHEVROLET	FVR32ML-X3T17RS86	2007	Diesel	Baranda	9 480,00	SI
30	XH-5206	Camión	CHEVROLET	FVR32ML-X3T17RS86	2007	Diesel	Camión	9 480,00	NO
31	XH-5238	Camión	CHEVROLET	FVR32ML-X3T17RS86	2007	Diesel	Baranda	16 280,00	SI
32	XH-5239	Camión	CHEVROLET	FVR32ML-X3T17RS86	2007	Diesel	Baranda	16 280,00	SI
33	XI-4907	Camión	USUZU	FTR33KLM3T16	1996	Petroleo	Baranda	9 670,00	NO

Fuente: Base de datos de transportes hagemsa

Tabla 5. Características de la flota Kenworth T660

Nº	PLACA	TIPO DE UNIDAD	MARCA	MODELO	AÑO	COMBUSTIBLE	CHASIS	CARGA UTIL (KG)	GPS
1	V6L-744	Tracto	KENWORTH	T660	2011	Petroleo	Remolcador	39 158,00	SI
2	T5S-809	Tracto	KENWORTH	T660	2012	Diesel	Remolcador	29 856,00	SI
3	V4Z-845	Tracto	KENWORTH	T660	2010	Diesel	Remolcador	29 856,00	SI
4	V3A-725	Tracto	KENWORTH	T660	2010	Diesel	Remolcador	39 772,00	SI
5	V3A-722	Tracto	KENWORTH	T660	2010	Diesel	Remolcador	39 772,00	SI
6	F3F-773	Tracto	KENWORTH	T660	2011	Diesel	Remolcador	40 013,00	SI
7	V2Z-786	Tracto	KENWORTH	T660	2011	Diesel	Remolcador	40 482,00	SI
8	V2Z-729	Tracto	KENWORTH	T660	2011	Diesel	Remolcador	40 645,00	SI
9	V2C-949	Tracto	KENWORTH	T660	2011	Diesel	Remolcador	39 993,00	SI
10	V2C-799	Tracto	KENWORTH	T660	2010	Diesel	Remolcador	39 613,00	SI
11	V2C-746	Tracto	KENWORTH	T660	2010	Diesel	Remolcador	39 613,00	SI
12	V2C-742	Tracto	KENWORTH	T660	2011	Diesel	Remolcador	40 736,00	SI
13	V2C-741	Tracto	KENWORTH	T660	2011	Diesel	Remolcador	40 800,00	SI

Continuación de la Tabla 5

14	V2D-740	Tracto	KENWORTH	T660	2010	Diesel	Remolcador	39 625,00	SI
15	V2D-716	Tracto	FREIGHTLINER	T660	2010	Diesel	Remolcador	18 742,00	SI
16	V5Q-926	Tracto	FREIGHTLINER	T660	2010	Diesel	Remolcador	18 742,00	SI
17	V5Q-925	Tracto	FREIGHTLINER	T660	2010	Diesel	Remolcador	18 732,00	SI
18	V5Q-924	Tracto	FREIGHTLINER	T660	2010	Diesel	Remolcador	18 732,00	SI
19	F8Q-859	Tracto	KENWORTH	T660	2012	Diesel	Remolcador	39 280,00	NO
20	F8Q-858	Tracto	KENWORTH	T660	2012	Diesel	Remolcador	39 698,00	SI
21	F8Q-845	Tracto	KENWORTH	T660	2012	Diesel	Remolcador	39 766,00	SI
22	F8Q-818	Tracto	KENWORTH	T660	2012	Diesel	Remolcador	39 788,00	SI
23	F8Q-798	Tracto	KENWORTH	T660	2012	Diesel	Remolcador	39 788,00	SI
24	F8Q-773	Tracto	KENWORTH	T660	2012	Diesel	Remolcador	38 673,00	SI
25	F8Q-749	Tracto	KENWORTH	T660	2012	Diesel	Remolcador	38 653,00	NO
26	F8Q-730	Tracto	KENWORTH	T660	2012	Diesel	Remolcador	38 653,00	NO
27	F8P-888	Tracto	KENWORTH	T660	2012	Diesel	Remolcador	39 334,00	NO

Continuación de la Tabla 5

28	V2Z-733	Tracto	KENWORTH	T660	2012	Diesel	Remolcador	38 663,00	NO
29	V5S-827	Tracto	KENWORTH	T660	1997	Petroleo	Remolcador	39 788,00	NO
30	V6K-871	Tracto	KENWORTH	T660	2011	Diesel	Remolcador	39 804,00	SI
31	B9P-779	Tracto	KENWORTH	T660	2011	Diesel	Remolcador	39 795,00	SI
32	V6L-744	Tracto	KENWORTH	T660	2011	Diesel	Remolcador	39 808,00	SI
33	T5S-809	Tracto	KENWORTH	T660	2011	Diesel	Remolcador	39 155,00	SI
34	V4Z-845	Tracto	KENWORTH	T660	2011	Diesel	Remolcador	39 822,00	SI
35	V3A-725	Tracto	KENWORTH	T660	2011	Diesel	Remolcador	39 250,00	SI
36	V3A-722	Tracto	KENWORTH	T660	2011	Diesel	Remolcador	39 795,00	SI
38	V4Z-845	Tracto	KENWORTH	T660	2011	Diesel	Remolcador	39 488,00	SI
39	V4Z-910	Tracto	KENWORTH	T660	2011	Diesel	Remolcador	39 625,00	SI
40	YD-2732	Tracto	KENWORTH	T600	2011	Diesel	Remolcador	39 165,00	SI

Fuente: Base de datos de transportes hagemsa

Tabla 6. Características de las plataformas de la empresa transportes Hagemsa S.A.C..

Nº	PLACA	TIPO DE UNIDAD	MARCA	MODELO	AÑO	CARGA UTIL (KG)
1	A1C-994	Plataforma	RANDON	SR-PT-CS-03-30	2009	35 000,00
2	A80-989	Plataforma	RANDON	SR-PT-CS-02-26	2009	26 000,00
3	A80-995	Plataforma	RANDON	SR-PT-AL-03-30	2010	30 000,00
4	A80-988	Plataforma	RANDON	SR-PT-AL-03-30	2010	30 000,00
5	A80-990	Plataforma	RANDON	SR-PT-CS-02-26	2009	26 000,00
6	A80-991	Plataforma	RANDON	SR-PT-CS-03-30	2009	30 000,00
7	A80-994	Plataforma	RANDON	SR-PT-CS-03-30	2009	30 000,00
8	B3E-995	Plataforma	RANDON	SR PT CS 03 30	2010	36 490,00
9	B3F-977	Plataforma	RANDON	SR PT CS 03 30	2011	31 620,00
10	B3F-978	Plataforma	RANDON	SR PT CS 03 30	2011	31 620,00
11	B3F-979	Plataforma	RANDON	SR PT CS 03 30	2011	36 490,00
12	B3F-980	Plataforma	RANDON	SR CT PL 0345	2011	55 200,00
13	B3F-984	Plataforma	RANDON	SR PT CS 03 30	2011	26 000,00

Continuación de la Tabla 6

14	B3G-982	Plataforma	RANDON	SR PT CS 03 30	2011	36 490,00
15	B4I-974	Plataforma	RANDON	SR PT CS 0330	2011	30 000,00
16	B4J-987	Plataforma	RANDON	SR PT CS 0330	2011	30 000,00
17	B8G-972	Plataforma	RANDON	SR PT AL 03 35	2012	35 000,00
18	B8G-985	Plataforma	RANDON	SR PT AL 03 35	2012	35 000,00
19	B8G-987	Plataforma	RANDON	SR PT CS 0330	2011	30 000,00
20	B8G-989	Plataforma	RANDON	SR PT CS 02 26	2012	26 000,00
21	B8H-999	Plataforma	RANDON	SR PT CS 03 30	2012	30 000,00
22	B8I-973	Plataforma	RANDON	SR PT CS 02 28	2011	28 000,00
23	B8I-988	Plataforma	RANDON	SR PT CS 02 28	2011	28 000,00
24	B8J-973	Plataforma	RANDON	SR PT AL 03 35	2012	35 000,00
25	B8J-974	Plataforma	RANDON	SR PT CS 03 30	2012	35 000,00
26	B8K-979	Plataforma	RANDON	SR PT CS 02 26	2012	26 000,00
27	B8M-977	Plataforma	RANDON	SR PT CS 03 30	2012	30 000,00

Continuación de la Tabla 6

28	B8N-986	Plataforma	RANDON	SR PT CS 03 30	2011	30 000,00
29	C3H-976	Plataforma	RANDON	SR PT CS 02 30	2011	30 000,00
30	C3W-995	Plataforma	RANDON	SR PT CS 03 30	2012	30 000,00
31	C3I-972	Plataforma	RANDON	SR PT CS 03 30	2012	30 000,00
32	C3G-981	Plataforma	RANDON	SR PT CS 03 30	2011	30 000,00
33	C3F-991	Plataforma	RANDON	SR PT AL 03 35	2011	35 000,00
34	C3H-975	Plataforma	RANDON	SR PT CS 03 30	2011	30 000,00
35	C3G-983	Plataforma	RANDON	SR PT AL 03 35	2011	35 000,00
36	C4C-975	Plataforma	RANDON	RQ PT CS 03 25	2011	25 000,00
37	C4B-991	Plataforma	RANDON	RQ PT CS 03 25	2011	25 000,00
38	ZF-1118	Plataforma	Andino	RA-42	1990	26 500,00
39	ZG-2891	Plataforma	Gran Danes	Sin modelo	1979	29 500,00
40	ZH-1227	Plataforma	Camena	Flat Bed	1975	25 750,00
41	ZH-2001	Plataforma	Rambo	P -27	1993	31 990,00

Continuación de la Tabla 6

42	ZH-2131	Plataforma	Camena	Industrial	1994	22 000,00
43	ZH-2356	Plataforma	Van Hool	32 – SN	1974	27 500,00
44	ZH-2600	Plataforma	HULO	Sin modelo	1980	28 500,00
45	ZH-2604	Plataforma	MILLER	Sin modelo	1982	23 464,00
46	ZH-2628	Plataforma	Apolo	Flipa	1996	33 000,00
47	ZH-2735	Plataforma	DAF	Sin modelo	1986	28 000,00
48	ZH-2815	Plataforma	Jost	RVM	1978	30 200,00
49	ZH-3546	Plataforma	Benepssa	Sin modelo	2001	25 000,00
50	ZH-5019	Plataforma	SMG INGENIE	3-S	2007	25 000,00
51	ZH-5025	Plataforma	FACAMESUR	F-3	2007	25 000,00
52	ZH-5051	Plataforma	SMG INGENIEROS	3-S	2007	25 000,00
53	ZH-5052	Plataforma	SMG INGENIE	3-S	2007	25 000,00
54	ZH-5055	Plataforma	FACAMESUR	B-3	2007	25 000,00
55	ZH-5063	Plataforma	SMG INGENIE	3-S	2007	25 000,00

Continuación de la Tabla 6

56	ZH-5598	Plataforma	FACAMESUR	F-3	2008	25 000,00
57	ZH-5606	Plataforma	FACAMESUR	F-3	2008	25 000,00
58	ZI-4114	Plataforma	REMCASA	RYCSRF30	2002	29 300,00
59	ZI-5436	Plataforma	Andino	P-24	1978	25 000,00
60	ZQ-2316	Plataforma	FUFABRISAC	SRP-02-30	2008	30 400,00
61	ZQ-2317	Plataforma	FUFABRISAC	SRP-02-30	2008	30 550,00
62	ZQ-2318	Plataforma	FUFABRISAC	SRP-02-30	2008	30 400,00
63	ZQ-3748	Plataforma	RANDON	SR-PT-CS-03-30	2009	35 920,00
64	ZQ-3749	Plataforma	RANDON	SR-PT-CS-03-30	2009	35 920,00
65	ZQ-3750	Plataforma	RANDON	SR-PT-CS-03-30	2009	35 817,00

Fuente: Base de datos de transportes hagemsa

Tabla 7. Características de las camabajas Hagemsa

Nº	PLACA	TIPO DE UNIDAD	MARCA	MODELO	AÑO	CARGA UTIL (KG)
1	A0S-974	Cama Baja	INMEPO	SRJ400	2011	39 500,00
2	A0S-975	Cama Baja	INMEPO	SRJ400	2011	39 500,00
3	C3I-973	Cama Baja	RANDON	SR CT PD 04 60	2012	60 000,00
4	ZD-2785	Cama Baja	NASSI	SRB N02-42	1997	32 000,00
5	ZG-8566	Cama Baja	USGM INGENIEROS	SRP	1997	25 00,00
6	ZG-9379	Cama Baja	Reywal	Nacional	1998	40 000,00
7	ZG-1098	Cama Baja	Benepssa	Sin Modelo	1971	25 000,00
8	ZH-3014	Cama Baja	Multimotriz	Sin Modelo	1996	25 000,00
9	ZH-3186	Cama Baja	S.M.	117/370/420	1980	25 000,00
10	ZH-3751	Cama Baja	Señor de Pampacucho	C.CH.M.	2000	30 000,00
11	ZH-3824	Cama Baja	Rufoos	Nacional	2002	30 000,00
12	ZH-3839	Cama Baja	Benepssa	Sin Modelo	2002	25 000,00
13	ZH-4648	Cama Baja	Benepssa	Sin Modelo	2007	25 000,00

Continuación de la Tabla 7

14	ZH-4734	Cama Baja	FACAMESUR	B-3	2007	25 000,00
15	ZI-1612	Cama Baja	Sateci	SRP40	1999	25 500,00
16	ZI-1613	Cama Baja	Sateci	SRP40	1999	25 500,00
17	ZQ-2098	Cama Baja	FUFABRISAC	SRCB-04	2008	40 000,00
18	ZQ-2099	Cama Baja	FUFABRISAC	SRCB-04	2008	40 000,00
19	ZQ-2210	Cama Baja	FUFABRISAC	SRCB-04	2008	40 000,00
20	C3G-979	Cama Baja	RANDON	SR CT PD 04 60	2012	60 000,00
21	ZG-9689	Cama Baja	ARANA	Sin Modelo	1995	25 000,00
22	ZH-4649	Cama Baja	RM Y M	Sin Modelo	2007	25 000,00
23	ZH-4735	Cama Baja	FACAMESUR	B-3	2007	35 000,00
24	ZH-5056	Cama Baja	FACAMESUR	B-3	2007	35 000,00
25	ZH-5057	Cama Baja	FACAMESUR	B-3	2007	35 000,00
26	ZQ-2097	Cama Baja	QUFUFABRISAC	SRCB-04	2008	30 000,00
27	ZQ-2211	Cama Baja	QUFUFABRISAC	SRCB-04	2008	30 000,00

Fuente: Base de datos Hagemsa

4.4 Organigrama del departamento de mantenimiento

Actualmente cuenta con el siguiente organigrama.

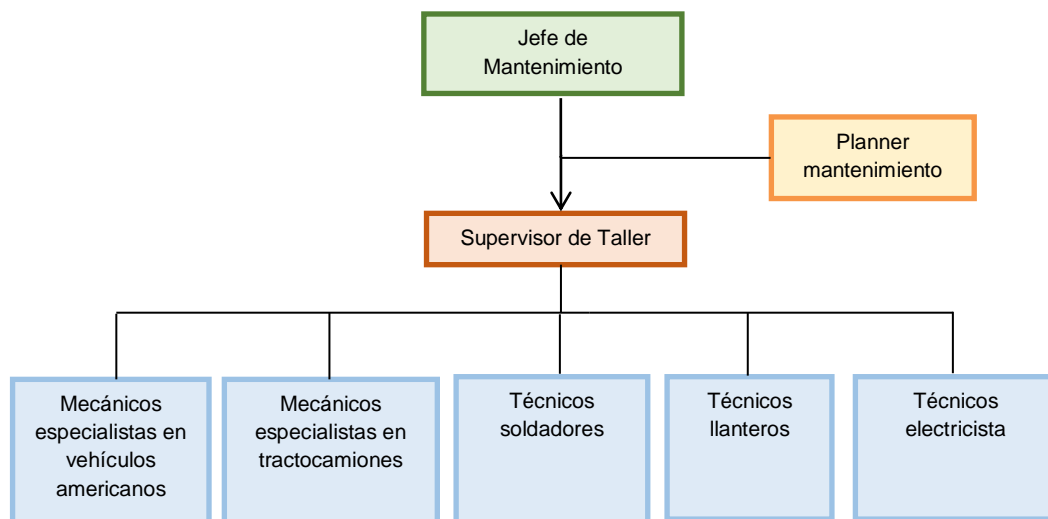


Figura 13. Organigrama del departamento de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia

Aquí se hará un análisis de las funciones de cada una de las personas que se ven involucradas en el departamento de mantenimiento, desde la persona de más alto rango, hasta los rangos menores para tener un parámetro más claro de cada una de sus funciones según los puestos que ocupan. Se verá cuál es la interrelación entre ellos y su involucramiento en el mantenimiento.

4.4.1 Jefe de mantenimiento

Dentro de las atribuciones o responsabilidades que tiene que atender el Jefe de Mantenimiento, estan:

1. Programar, organizar, dirigir, coordinar, controlar y evaluar las actividades que tienen relación con el mantenimiento preventivo y correctivo de todos los vehículos y equipos de la empresa.
2. Ser el responsable directo de autorizar los requerimientos de repuestos, insumos, etc., contengan todas las características y especificaciones técnicas adecuadas, que garanticen el debido mantenimiento de los vehículos y equipos.
3. Presentar los respectivos informes al área de gerencia al finalizar la semana.
4. Valida las Órdenes de Trabajo, y solicitudes de repuesto.

4.4.2 Planner de mantenimiento

Se encarga de la elaboración del plan de mantenimiento semanal y mensual de cada flota de equipos. Está directamente bajo la supervisión del Jefe de Mantenimiento y colabora en la administración y el control del Supervisor de Taller.

Sus principales funciones son las siguientes:

1. Elaborar requerimientos de repuestos, insumos y materiales, para mantener un stock mínimo de repuestos de uso frecuente, a fin de atender inmediatamente las reparaciones de vehículos y equipos.
2. Mantener el control y un inventario actualizado de las herramientas y equipos que sean de uso de los talleres.

4.4.3 Supervisor de taller

Encargado de llevar a cabo el plan de mantenimiento que se establezca para un periodo de trabajo determinado. Está bajo las supervisión directa del Jefe de Mantenimiento y tiene además la colaboración del Planner de Mantenimiento. El personal a su cargo está conformado por los diferentes mecánicos de campo.

Las principales funciones a su cargo son:

1. Le da seguimiento al proceso que llevan las reparaciones en el taller.
2. Apoya al personal técnico para que sea capaz de efectuar determinados trabajos para los cuales no está lo suficientemente entrenado.
3. Verifica el buen funcionamiento de los equipos de taller utilizados para efectuar reparaciones.
4. Solicita y coordina la reparación y/o reposición de equipo en mal estado.

4.5 Flujograma del sistema del mantenimiento preventivo

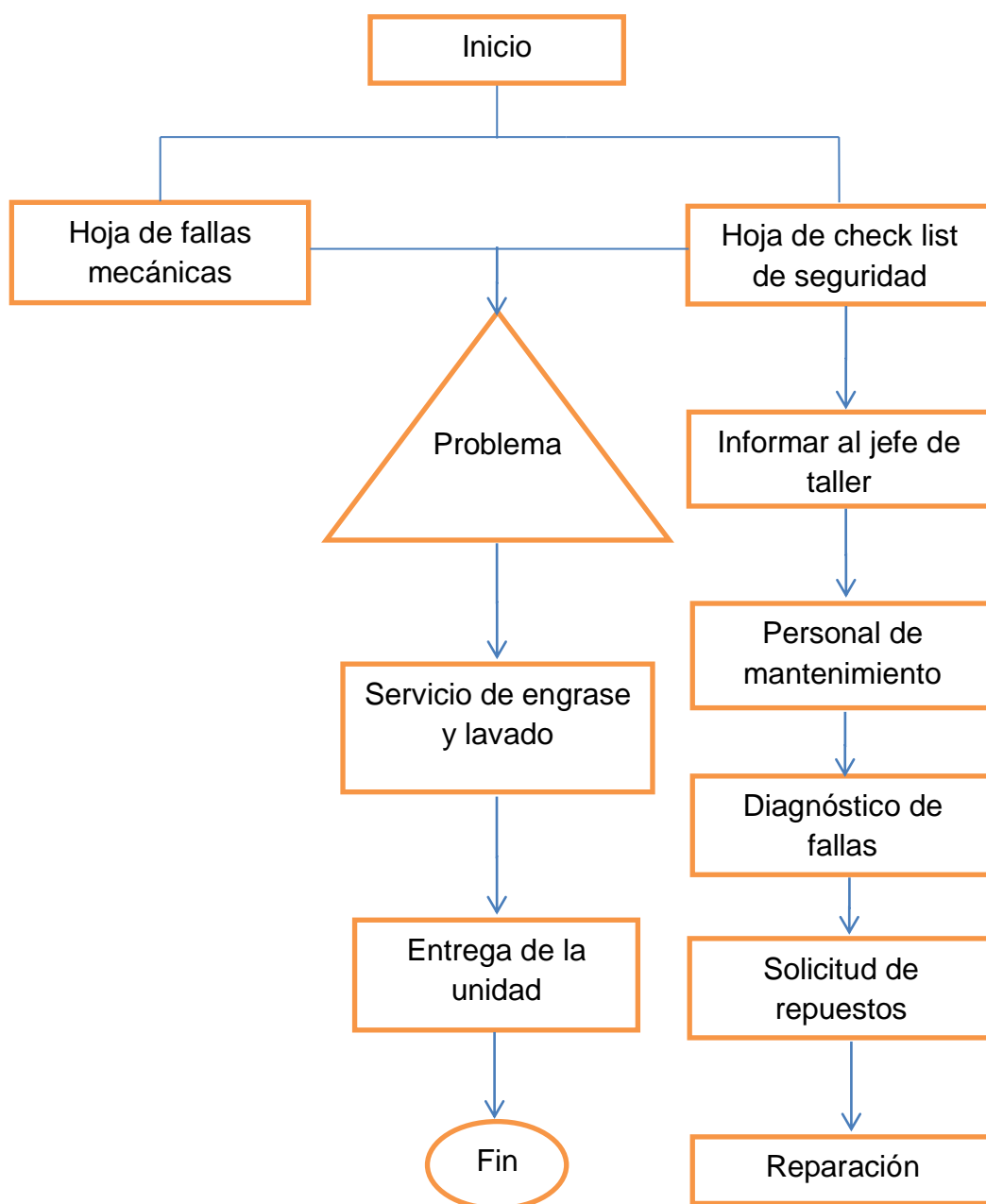


Figura 14. Flujograma del Sistema del Mantenimiento Preventivo

Fuente: Elaboración propia

4.6 Diagnóstico de la situación actual del mantenimiento y FODA

Después de analizar la gestión actual del mantenimiento en la empresa Transportes Hagemsa S.A.C. se puede pasar a describir las dificultades que presenta.

1. Falta de un programa o sistema que maneje y dirija la planeación, organización, ejecución y control del mantenimiento. Es esta la causa principal de la deficiente gestión de mantenimiento. Esto provocó la duplicación de tareas, herramientas, personal técnico y operarios en general, tornando ineficiente y caro el servicio de mantenimiento que se prestaba.
2. El plan de requerimiento de las herramientas que se necesitan para realizar los mantenimientos, es también deficiente debido a que al no contar con un plan, los pedidos son siempre de urgencia y muchas veces esto ocasiona que las herramientas que se compran no sean las adecuadas.
3. Adicionalmente, específicamente en el almacén, es que este no dispone de suficiente cantidad de repuestos y suministros generales. Lo que ocasiona retrasos en la reparación de equipos y cumplimiento de trabajos a fechas establecidas.
4. Existe un problema también importante de mencionar, que es que el almacén no reúne las condiciones adecuadas en cuanto a su

infraestructura, tiene poco espacio disponible ya que es compartido con archivos administrativos de la empresa, que no tiene nada que ver con el mantenimiento.

5. A la falta de un programa de mantenimiento, la empresa Transportes Hagemsa S.A.C. efectúa el mantenimiento a falla. Es decir, se espera que el equipo que se dañe, y se procede con la aplicación del mantenimiento correctivo de inmediato. Por esta condición, tanto la vida útil de los equipos como la producción de la empresa, se disminuyen elevando los costos de mantenimiento.
6. No se lleva ningún control de los equipos de operación, no han llevado registrado todos los problemas que se han efectuado en los años de operación, solamente de manera manual en un cuaderno se ha registrado mínimos detalles de la reparación de un equipo.
7. Tampoco se cuenta con un sistema de información que le permita reunir, controlar y administrar los datos importantes para cada equipo, con lo cual se planearía eficientemente las actividades de mantenimiento que se requieren para la mejora y sostenimiento de la productividad de los equipos.

El análisis FODA viene representado por la Figura 15. donde se aprecia claramente que las debilidades del área son mayores en número

a sus fortalezas. Esto evidencia que el sistema de mantenimiento actualmente utilizado es incipiente. Si bien se cuenta con el conocimiento técnico adecuado en estos momentos, no son aprovechados por la organización.

A continuación se presenta el análisis FODA:

<p style="text-align: center;">Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gran capacidad de rapidez en los trabajos y entrega oportuna por el área de mantenimiento. • Conocimiento y experiencia en el mantenimiento de equipos. • Trabajo en Equipo en las tareas complicadas. 	<p style="text-align: center;">Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • No existe un sistema de gestión claro. • No se maneja documentación de los equipos en mantenimiento. • No se cumplen las órdenes de trabajo programadas. • Falta de capacitación del personal en nuevas tecnologías. • No existen políticas ni objetivos claros en el área.
<p style="text-align: center;">Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacitaciones sobre temas específicos de mantenimiento. • Evaluación y ascenso del personal mecánico en un tiempo determinado. • Apertura de nuevos proyectos mineros en el país. 	<p style="text-align: center;">Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potencial pérdida de clientes cautivos. • Potencial pérdida de clientes nuevos. • Incremento del número de proveedores de equipos. • Ingresos cada vez menores a los calculados. • Deterioro de la imagen de la empresa.

Figura 15. Análisis FODA actual

Fuente: Elaboración propia

4.7 Análisis de los tractocamiones

Con el objetivo de analizar y mostrar la importancia relativa de todos los sistemas de los tractocamiones Kenworth modelo T660 se procedió a elaborar Diagramas de Pareto utilizando como patrón de comparación, la cantidad de fallas ocurridas en un lapso de tiempo preestablecido. El análisis se hizo únicamente para los tractocamiones que son la muestra de este estudio.

El período de tiempo seleccionado para el estudio es de tres (3) meses desde julio de 2015 hasta setiembre de 2015 donde se contabilizó mensualmente todos los eventos ocurridos por unidad de flota.

A modo de englobar los resultados, se analizaron los tres meses completos, estudiando el sistema donde se registró un mayor número de eventos.

Tabla 8. Reporte de revisiones de los Kenworth T660

SISTEMAS	EVENTOS	PORCENTAJE ABSOLUTO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
Cauchos	96	34,91	34,91
Eléctrico	50	18,18	53,09
Frenos	33	12	65,09
Transmisión	27	9,82	74,91
Motor	12	4,36	79,28
Combustible	9	3,27	82,55
Dirección	9	3,27	85,82
Suspensión	9	3,27	89,09
Accesorios	7	2,55	91,64
Lubricación	7	2,55	94,12
Diferencial	5	1,82	96
Enfriamiento	5	1,82	97,82
Ignición	4	1,45	99,27
Chasis	2	0,73	100
TOTAL	275	100	

Fuente: Elaboración propia

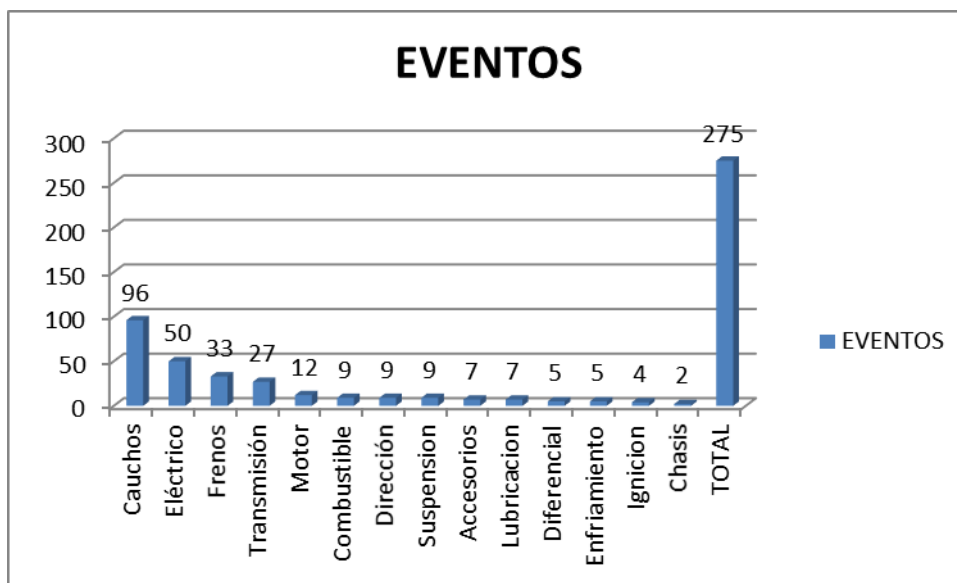


Figura 16. Gráfico de pareto de las fallas

Fuente: Elaboración propia

En la presente tabla se muestra en los reportes del área de mecánica que la revisión de las piezas mecánicas y el propio sistema de estas unidades de transporte, el mayor número de las revisiones fueron en los cauchos con 96 revisiones en el taller, debido a que sus recorridos son más constantes en todo el territorio nacional, lo que obliga cada periodo, un cambio constante. De menor requerimientos esta en los chasis que solo se han registrado dos veces.

Un plan de Gestión de Mantenimiento Preventivo ayudaría a que se establezcan las prioridades de trabajo, para que se pueda combatir las principales fallas y evitar que aumenten. Además, se podrá eliminar

algunas fallas, que con el mantenimiento adecuado no es justificable que actualmente estén consideradas en el gráfico superior.

4.8 Descripción de los tractocamiones Kenworth

Kenworth modelo T660 cuenta con un aerodinámico exterior y ergonómico interior, para desempeñar de la mejor forma posibles trabajos rudos. Es un modelo con el diseño que caracteriza a los Kenworth: capot inclinado, que permite una mejor fluidez del aire (aerodinámica); moderno sistema de iluminación, para trabajos nocturnos en carretera; y eficiencia de combustible, gracias a la tecnología de su motor. El modelo T660 es un buen aliado para el transporte de carga en largos recorridos.

Originalmente viene equipado con el motor PACCAR MX-13 de 405 hp hasta 485 hp, 1650 lb.pie (2237 Nm). Siendo sus motores alternativos, y adecuados para los diferentes desempeños en el lugar de trabajo:

- Cummins ISM de 350 hp hasta 410 hp.
- Cummins ISX de 400 hp hasta 450 hp.
- Caterpillar C13 de 335 hp hasta 430 hp.
- Caterpillar C15 de 435 hp hasta 500 hp.

El motor Cummins ISX de 14.8L que genera una potencia de 400 hp a 1800 rpm. El torque del tracto cuenta con un valor de 1450 Lb.pie

(1966 Nm) a 1200 rpm. El aire que pasa por la parrilla se dirige a un paquete de enfriamiento del motor, logrando maximizar la eficiencia y reduciendo la turbulencia. La transmisión con la que viene equipado este vehículo es Fuller mecánica de 18 velocidades y dos velocidades de retroceso.

El eje delantero y trasero comparten la confianza por la misma marca, Dana Spicer. Mientras en el eje delantero la capacidad es de 14600 Lb (6622 kg) la capacidad del eje trasero asciende a las 46000 Lb (20870 kg). La suspensión en la zona delantera es de tipo muelles con amortiguadores, en la zona posterior cuenta con ocho bolsas de aire Kenworth.

El capot de excelente calidad y diseño simple (aerodinámico) tiene una apertura de 90 grados, lo cual facilita el mantenimiento, a la vez que brinda seguridad impidiendo que se cierre de forma accidental. La ubicación de los niveles de fluidos, lubricantes y anticongelantes se encuentran en un solo punto. Gracias a esto pueden verificarse de forma más rápida, y así ganar mayor productividad en jornadas laborales.

El avanzado sistema de iluminación mejora la visibilidad y por ende, la seguridad del conductor. El sistema de iluminación frontal tiene un alcance de hasta 200 metros, con faros halógenos que rinden tres veces más que los convencionales. Emite luz con mayor amplitud y

alcance en la oscuridad de manera más uniforme. Los faros del T660 mejoran 77 % su desempeño, y alargan 11 veces más su periodo de vida. Al interior el tapizado es cómodo, con un diseño ergonómico destinado a brindar la mayor sensación de placer a los usuarios. Los asientos son neumáticos y ajustables, con descansabrazos abatibles. Además, la litera permitirá tener un agradable reposo, después de haber estado frente al volante continuas horas de manejo. El envolvente tablero tiene indicadores vitales, para estar informados del estado en que se encuentra el vehículo.

El tractocamión Kenworth T660 viene gozando de gran aceptación en nuestro país, gracias a las cualidades que posee. Kenworth es respaldado por Motored, una empresa de Ferreycorp.

4.9 Sistemas de funcionamiento

4.9.1 Sistema eléctrico

El sistema eléctrico generalmente consiste de motor de arranque, un generador (alternador), con un regulador de voltaje transistorizado, una batería o baterías, interruptor de ignición, relevador del motor de arranque, el cableado necesario y sensores eléctricos.

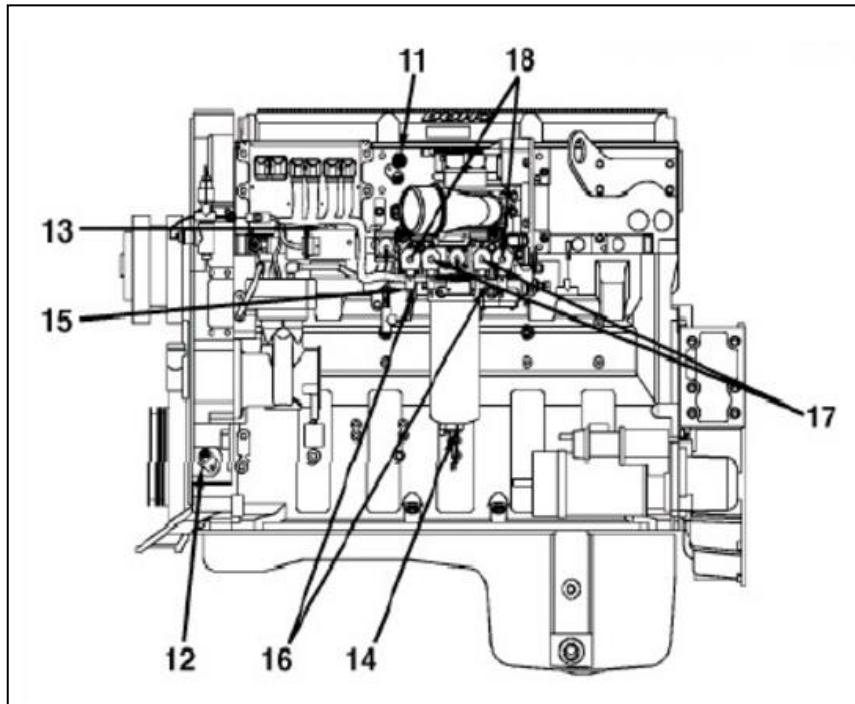


Figura 17. Ubicación de sensores del motor c-15 cat

Fuente: fallas-en-motores.blogspot.pe/2013/12/troubleshooting-c15-motores_5089.html

- (11) Sensor de posición del árbol de levas
- (12) Sensor de posición del cigüeñal
- (13) Sensor de presión de aire ambiente
- (14) Sensor de agua en el combustible
- (15) Sensor de presión en el combustible
- (16) Sensores para diagnóstico de combustible no previsto
- (17) Actuadores de sincronización
- (18) Actuadores de dosificación de combustible
- (19) Sensor de nivel de refrigerante opcional

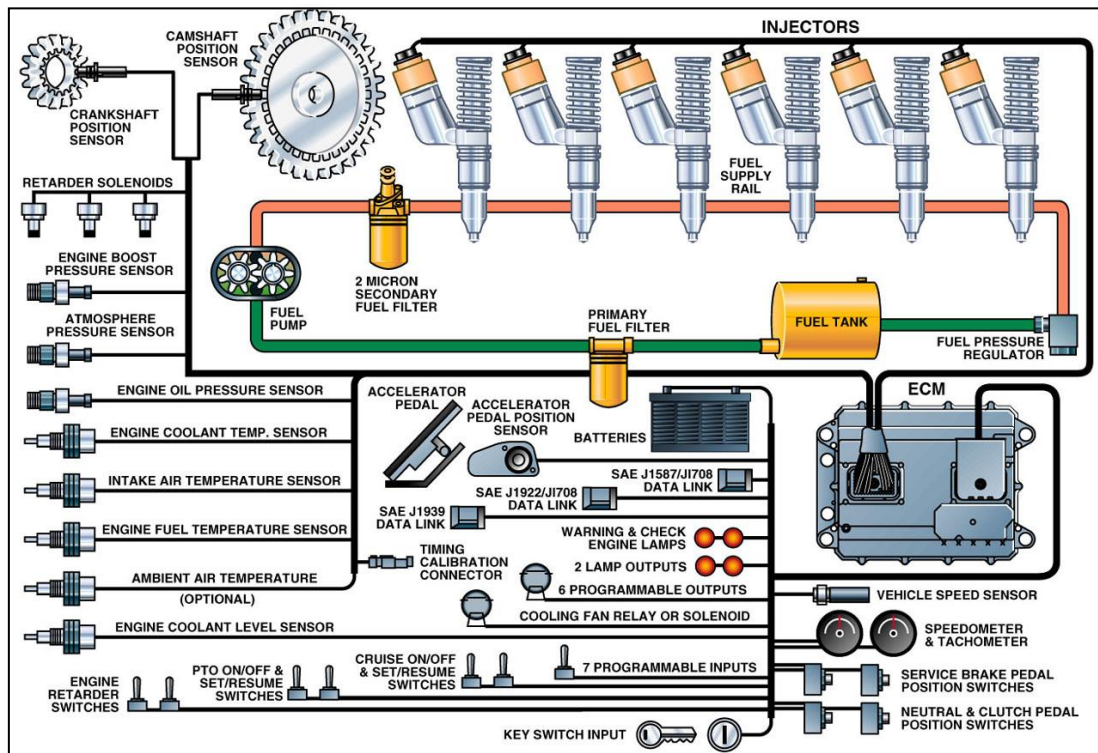


Figura 18. Circuito Eléctrico del Motor C-15

Fuente: fallas-en-motores.blogspot.pe/2013/12/troubleshooting-c15-motores_5089.html

4.9.2 Sistema de admisión y escape

Los sistemas diesel requieren grandes cantidades de aire para quemar el combustible. El sistema de admisión de aire debe proporcionar suficiente aire limpio para la combustión. El sistema de escape debe eliminar los gases de la combustión. Cualquier reducción del flujo de aire o de los gases de la combustión por el sistema disminuye el rendimiento del motor.

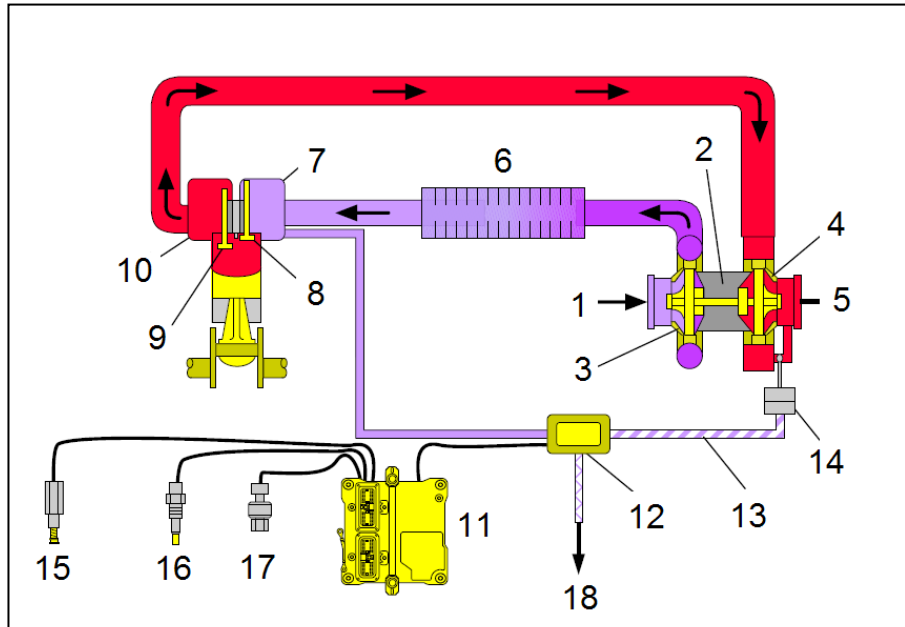


Figura 19. Circuitos de admisión y escape

Fuente: FSAА - PCTCM00-2006 FERREYROS S.A.A. LOYOVАL-FEB-06

En la figura se comprende:

- (01) Entrada de aire desde el filtro de aire
- (02) Lado del compresor
- (03) Lado de la turbina
- (04) Salida de escape
- (05) Turbocompresor
- (06) АТААС
- (07) Colector de aire de admisión
- (08) Válvula de admisión
- (09) Válvula de escape
- (10) Colector de escape

- (11) ECM del motor
- (12) Solenoide de la válvula de descarga inteligente
- (13) Línea de presión de salida
- (14) Actuador de válvula de descarga
- (15) Sensor de temperatura del refrigerante
- (16) Sensor de velocidad primaria
- (17) Sensor de presión del aire de entrada
- (18) Sensor de presión de la atmósfera

Sistema turbo comprimido y post enfriado. Uno de los sistemas de admisión de aire más comunes es el «sistema turbo comprimido y pos enfriado». Este tipo de sistema también se denomina «TA». Los sistemas TA tienen un turbocompresor y un post enfriador. Se pueden usar distintos tipos de post enfriadores: Post enfriamiento por agua de las camisas (JWAC) Post enfriado aire a aire (ATAAC) y Pos enfriador de circuito independiente (SCAC).



Figura 20. Sistema ATAAC

Fuente: <http://datoscatpillar.blogspot.pe/2012/11/sistema-de-admision-y-escape-en-motores.html>

Sistema de pos enfriador de aire a aire (ATAAC) Ciertos sistemas de admisión de aire usan aire exterior para enfriar el aire de admisión, este sistema se llama ATAAC. El post enfriador se parece a un pequeño radiador montado delante del radiador del refrigerante.

4.9.3 Sistema de lubricación

Los motores C-15 centran en un sistema de aceite lubricante, presurizado completo - circulación filtrada. El sistema incluye varias válvulas y orificios restringidos para optimizar la circulación de aceite.

Los modelos de motor son usuales con una heladera de aceite de thermatic, que mejora el ahorro de combustible en aceite, bajo situación

de temperatura en ruta de bypass de refresco de aceite. Existen tubos externos e instalación de cañerías para evitar fuga de aceite. El sistema de Lubricación consta de los siguientes equipos y se ilustra en la figura:

1. Bomba de aceite
2. Válvula del regulador de presión
3. Válvula de liberación de presión
4. Filtros de aceite
5. Adaptador de filtro de aceite
6. Heladera de aceite
7. Varilla del aceite de nivel de aceite
8. Cacerola de aceite
9. Ventilación

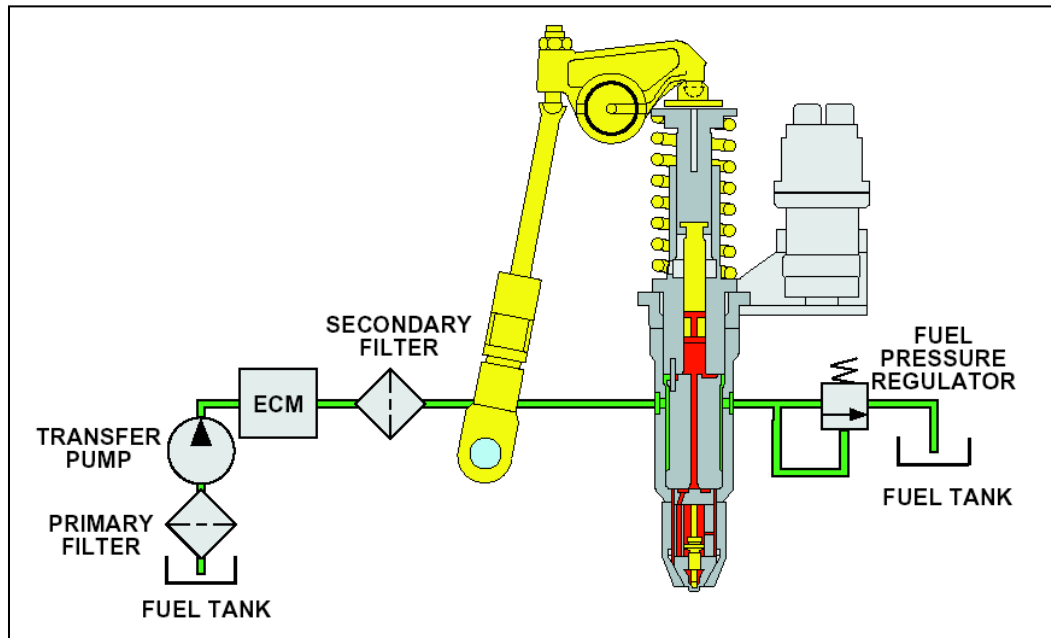


Figura 22. Unidad de inyección mecánica y control electrónico

Fuente: Manual Sistema de Inyeccion Cat motores c-15

4.9.5 Sistema de enfriamiento

Este motor está equipado con un sistema de enfriamiento a presión que utiliza una tubería de derivación. Un sistema de enfriamiento a presión tiene dos ventajas: Primero, el sistema de enfriamiento se puede operar de forma segura a una temperatura más alta que la del punto de ebullición del agua. A continuación, se impide la cavitación en la bomba de agua. Un sistema de enfriamiento presurizado evita que se formen burbujas de aire o de vapor en el sistema de enfriamiento.

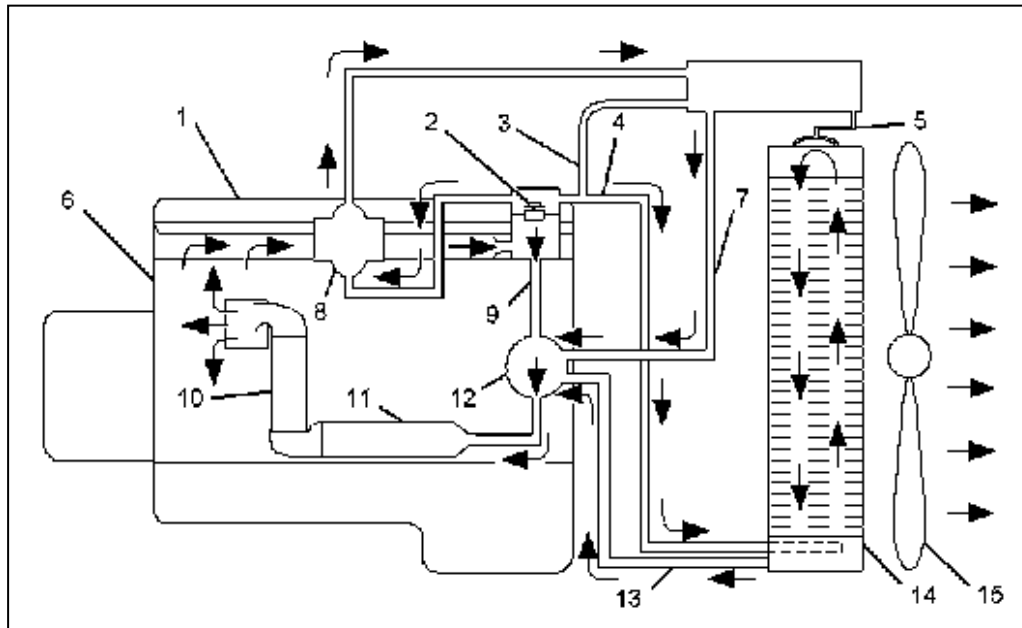


Figura 23. Sistema de Enfriamiento del motor

Fuente: datoscatpillar.blogspot.pe/2012/12/-c15-motores-para-maquinas.html

- (1) Culata de cilindro
- (2) Regulador del termostato del agua
- (3) Tuberías de ventilación
- (4) Manguera de salida (tubería de admisión del radiador)
- (5) Tubería de ventilación
- (6) Bloque de motor
- (7) Tubería de derivación
- (8) Turbocompresor
- (9) Tubo de derivación
- (10) Enfriador de aceite del tren de fuerza
- (11) Enfriador de aceite del motor
- (12) Bomba del agua de las camisas
- (13) Salida del radiador
- (14) Radiador
- (15) Ventilador

(15) Ventilador proporcional a la demanda

Algunos motores están equipados con un Sistema de Enfriamiento Modular Avanzado (AMOCS) para la disipación del calor. Este radiador consta de varios de los núcleos del AMOCS con diseño modular. Con este diseño, el refrigerante fluye desde el tanque inferior del núcleo hacia el tanque superior y de regreso al tanque inferior. Este diseño maximiza el efecto de enfriamiento del radiador en un espacio más pequeño.

Durante la operación del motor, la bomba de agua de las camisas (12) hace circular la mayor parte del refrigerante del radiador (14) en el enfriador de aceite del motor (11). El refrigerante fluye entonces desde el enfriador de aceite del motor hacia el enfriador de aceite del tren de fuerza (10). Los enfriadores de aceite transfieren eficazmente el calor del aceite al refrigerante. Esto ayuda a regular la temperatura del aceite en el motor y el tren de fuerza.

El refrigerante del enfriador de aceite del tren de fuerza ingresa en el bloque de motor (6) a través de un sombrerete y un codo. El refrigerante circula por toda el área de las camisas de agua del bloque de motor. El refrigerante fluye alrededor de las camisas del cilindro, a través de los conductores de refrigerante e ingresa en la culata de cilindro (1).

Los conductores de refrigerante que están en la culata de cilindro envían el flujo de refrigerante alrededor de los conductos de válvula y los orificios de escape moldeados en la culata de cilindros. El refrigerante

fluye, entonces, a la parte delantera de la culata de cilindro. En este punto, el termostato del agua (2) controla el sentido del flujo de refrigerante.

El termostato del agua está cerrado cuando el motor está frío. El refrigerante fluye a través de la caja del regulador y el tubo de derivación (9) de regreso a la bomba de agua de las camisas. Si se restringe la cantidad de flujo que se dirige a través del radiador, se ayuda a calentar rápidamente el motor.

Si el refrigerante está a temperatura normal de operación, el termostato del agua se abre y el refrigerante fluye hacia el radiador a través de la manguera de salida (4). Mientras fluye el refrigerante a través del radiador, el calor del refrigerante se transfiere al aire que se fuerza en las aletas del radiador. El ventilador proporcional a la demanda (15) (si tiene), produce el flujo de aire a través del radiador. El ventilador proporcional a la demanda es un ventilador impulsado hidráulicamente. El Módulo de Control Electrónico (ECM) del motor controla el ventilador. El refrigerante sale del radiador a través de la salida del radiador (13) y fluye de regreso hacia la bomba de agua de las camisas.

La tubería de derivación (7) provee varias ventajas para este tipo de sistema de enfriamiento. La tubería de derivación proporciona una presión positiva del refrigerante en la admisión de la bomba de agua, lo

que impide su cavitación. Un flujo pequeño de refrigerante fluye constantemente a través de la tubería de derivación hacia la admisión de la bomba de agua de las camisas. Las tuberías de ventilación (3) proporcionan orificios de purga para el motor. La tubería de ventilación (5) proporciona un orificio de purga para el radiador. Un flujo continuo de refrigerante a través de la tubería de derivación asegura que una cantidad pequeña de refrigerante circule continuamente a través de las tuberías de ventilación. Esta circulación a través de las tuberías de ventilación permite que el aire atrapado se quite del sistema mientras el motor está en operación. Las tuberías de ventilación proporcionan también puntos de purga del sistema mientras el sistema se llena con refrigerante.

El refrigerante para el turbocompresor (8) viene de un punto de conexión que está en la caja del termostato del agua. Este punto de conexión permite que el refrigerante circule solamente a través del turbocompresor cuando el termostato del agua está abierto. El refrigerante fluye a través de una manguera hacia el cartucho del turbocompresor.

4.9.6 Sistema de suspensión

La suspensión de un vehículo pesado es una de las partes más importantes en su estructura, ya que gracias a esto el manejo del vehículo

se vuelve placentero, el tipo de suspensión a utilizar se elige de acuerdo al tipo de carga y camino por el que se conduzca comúnmente, debido a que no es fácil transportar demasiado peso por carretera.

Hoy en día, existe un gran avance tecnológico en el diseño de suspensiones que ofrecen buen manejo, funcionalidad y bajo mantenimiento del vehículo, por lo que se puede encontrar muchas variantes y aplicaciones que de acuerdo al tipo de carga y servicio al que se dedica. Existen suspensiones mecánicas y neumáticas de diseños avanzados, cuya capacidad va desde 4 hasta 20 toneladas, en aplicaciones de eje sencillo, ejes tándem y ejes tridem.

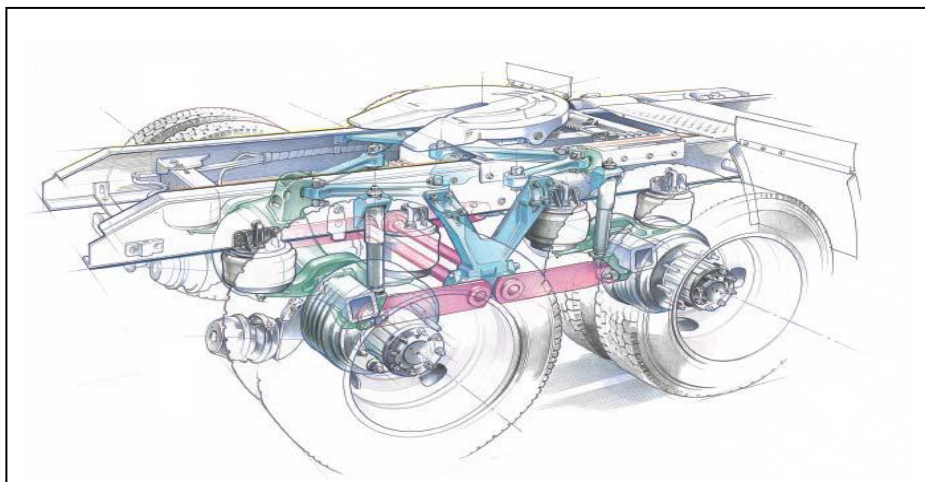


Figura 24. Sistema de Suspensión Neumática

Fuente: Manual técnico kenworth aire suspensión

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
SUSPENSIÓN NEUMÁTICA	Capacidad variable de carga	Susceptibles a golpes
	Acción de baja fricción	
	Bajo mantenimiento	
	Control de altura	Funciona solo cuando la unidad se encuentre con suficiente carga de aire
	Amortiguación dependiente de la carga	
	Óptima estabilidad	
SUSPENSIÓN MECÁNICA	Mayor capacidad de carga	Mantenimiento continuo
		Mayor rigidez en la conducción
		Baja absorción de irregularidades del terreno

Figura 25. Ventajas y desventajas del sistema de suspensión

Fuente: transporteinformativo.com/el-sistema-de-suspension-en-los-vehiculos-pesados

4.9.7 Sistema de frenos

El funcionamiento del sistema de frenos del vehículo y varios accesorios del vehículo depende del almacenamiento y aplicación del suministro de aire a presión alta. Este sistema de frenos de aire es de circuito doble: Tiene un circuito para las ruedas delanteras, un circuito independiente para las ruedas traseras y uno para el remolque (únicamente en tractores).

El sistema se alimenta por medio de un compresor impulsado por el motor. El compresor del vehículo utiliza aire del exterior y lo comprime, por lo general, de 100 a 130 psi (690-896 kPa) Luego el aire del compresor se va a los depósitos para ser almacenado hasta el momento

en que sea necesario. Cuando usted hace funcionar los frenos de aire, el aire comprimido almacenado fluye hacia las cámaras en donde se utiliza para aplicar los frenos de su remolque y camión. Esa es la razón por la cual cuando usted presiona el pedal del freno, no siente la misma cantidad de presión en el pedal que la que siente cuando aplica los frenos de su carro. Todo lo que está haciendo en su camión es abriendo la válvula de aire para permitir que fluya aire hacia las cámaras de los frenos.

Uno de los sistemas que más sufren el descuido de los conductores son los sistemas neumáticos. Para evitar su desgaste y aumentar su vida útil, se recomienda:

1. La presión de inflado debe ser la indicada por el fabricante y debe verificarse una vez semanalmente.
2. El desgaste nunca debe superar los 7 mm de profundidad.
3. La alineación del vehículo se debe realizar con regularidad para evitar percances.

Comprende los subsistemas de:

1. Compresora
2. Válvulas- depósitos o calderones
3. Cilindros neumáticos
4. Tambores de freno- discos de freno

Tabla 9. Mantenimiento Programado del Sistema de Aire

PRUEBA	INTERVALOS MAXIMOS				
	CADA SEMANA	CADA MES (16000 KM)	TRES MESES (40000 KM)	SEIS MESES (80000 KM)	AL AÑO (160000 KM)
Compresor de Aire			X		
Secador de Aire			X		
Gobernador de Aire			X		
Fuga del Sistema	X				
Válvula de pedal del freno de aire doble			X	X	
Válvula de los frenos del remolque operado			X	X	
Válvula de estacionamiento del tractor			X		
Válvula del freno de estacionamiento			X		
Suministro de aire para remolque			X		
Válvulas de protección del tractor					X
Válvula del relevador					X
Válvula de inversión de frenos de resorte					X
Válvula de límite automático					X
Válvulas de retención simples				X	
Válvulas de retención dobles	X				
Interruptor de la luz de alto				X	
Lanzadera de presión baja	X				
Interruptor de presión baja		X			
Válvula de drenaje automática		X			
Válvula de seguridad			X		
Válvula de liberación rápida					X
Válvula de drenaje manual				X	

Fuente: Manual de operación Kenworth T660

4.9.8 Sistema de transmisiones y puentes

El sistema de transmisión tiene como objetivo transmitir el giro del motor hacia las ruedas del vehículo, consiguiéndose además modificar la relación entre el cigüeñal y las ruedas.

Así la salida de giro de la caja de velocidades puede ser igual o diferente a la velocidad de giro del cigüeñal.

Cuando se produce una disminución en el giro del árbol de transmisión con respecto al cigüeñal se dice que sucede una acción de desmultiplicación, mientras que si el giro es mayor al cigüeñal se le denomina multiplicación. Ambos términos son conocidos además como reducción y supermarcha respectivamente. Al que se debe tener en cuenta es que durante una desmultiplicación se obtiene mayor fuerza de tracción mientras en la multiplicación ésta se pierda, es por eso que las marchas más lentas del vehículo son las que poseen más fuerza de tracción. El sistema de transmisión puede poseer, dependiendo de su tipo, los siguientes elementos: el embrague, el árbol de transmisión, la caja de velocidades, diferencial, las juntas de transmisión y los semiejes.

A continuación se analizará brevemente cada uno de estos elementos.

Embrague

Colocado entre la caja de velocidades y el volante del motor tiene como función la transmisión o no del giro del motor según la acción determinada por el conductor.

Caja de velocidades

Su función radica en variar el par motor entre el motor y ruedas posibilitando que el vehículo circule de la mejor forma. Es así un convertidor de la fuerza de giro del motor. Existen básicamente dos diferentes tipos de cajas de velocidades, las de cambios manuales y las automáticas.

Las manuales son accionadas mediante la palanca de cambio y son las más económicas, mientras que las automáticas sensiblemente más caras posibilitan en cambio una conducción más sencilla y cómoda del tracto camión, permitiendo al conductor liberarse de la selección de la marcha necesaria según la velocidad del tracto camión.

Árbol de transmisión

Su objetivo es trasladar las revoluciones desde la caja de velocidades hacia el diferencial y es utilizado en el caso de motores delanteros y propulsión.

Básicamente se trata de una pieza de acero cilíndrica que está unida por sus extremos al diferencial y a la caja de cambios.

Diferencial

Conocido como grupo cónico diferencial o simplemente diferencial tiene como objetivo cambiar la orientación del movimiento, es decir, transformar la fuerza longitudinal que proviene del árbol de transmisión a fuerza transversal en los semiejes, como así también compensar la diferencia de revoluciones necesarias entre las ruedas durante el giro del tracto camión.

Semiejes

Son los encargados de transmitir el giro del diferencial a las ruedas y están situados dentro del cárter del diferencial.

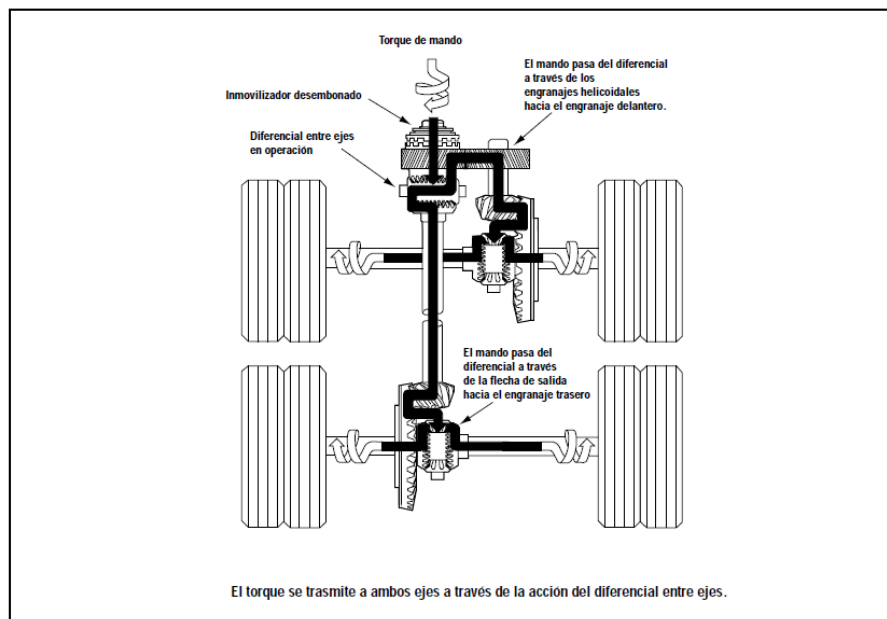


Figura 27. Sistema de transmisión

Fuente: www.spicerparts.com

4.10 Plan de mantenimiento preventivo de Transportes Hagemsa S.A.C.

Antes del inicio de la investigación, en el taller de mecánica se realizaba el mantenimiento tipo bombero o correctivo, No se contaba con ningún plan de mantenimiento ni documentación anterior.

De acuerdo al organigrama de funciones de la empresa, el responsable directo es el jefe de taller anterior, en el cual autorizaba el internamiento de las unidades de transporte tractocamiones Kenworth T660 antes de iniciar sus operaciones de recorrido, en el cual se realiza una revisión mecánica, de motor, frenos, y otras partes que pudieran estar en riesgos durante su recorrido, como también, la lubricación y cambio de aceite, el control del kilometraje de acuerdo a lo que informaba el operador.

CAPÍTULO V
DISEÑO ESTRATEGICO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO

5.1 Identificación de los equipos

Según Elkin Valvuela (2012), es importante diseñar y colocar físicamente etiquetas a los equipos para un mejor control al momento de llevar un inventario físico de estos y también ayuda a recopilar información técnica de los equipos y poder implementar el uso de las ordenes de trabajo diseñadas a cada equipo. Además recomienda el uso de Microsoft office Access para llevarse en una base de datos con interfaz gráfica agradable al usuario, en el que se incluye el inventario de equipos, con su respectiva codificación, hoja de vida, imagen actualizada, entre otros.

Para la codificación de los equipos de la empresa Transportes Hagemsa S.A.C. se empleó un sistema no significativo de cuatro caracteres (una letra y tres números).

Código asignado; X – XXX: El primer dígito corresponde a qué tipo de grupo pertenecen los equipos; para los tractos de diseño la letra K, el segundo digito la relación consecucional 1,2,3....

Tabla 10. Codificación de los equipos

CODIGO	PLACA	CONDUCTOR	CODIGO	PLACA	CONDUCTOR
K-01	V6L-744	Eduardo Arenas Alva	K-11	V2C-741	Maximo Vargas Guillermo
K-02	V4Z-845	Salomon Churata Roque	K-12	V2D-740	Sebastian Ponce Infantes
K-03	V3A-735	Efrain Chirio Apaza	K-13	V2D-716	Nicolas Cardenas Ranilla
K-04	V3A-722	Calderon Zoilo Teodoro	K-14	V5Q-926	David Lopez Vera
K-05	F3F-773	Manuel Tirado Gonzales	K-15	V5Q-925	Lucho Valer Rado
K-06	V2Z-785	Elmer Matinez Segura	K-16	V5Q-924	Pedro Ochoa Velazques
K-07	V2Z-729	Sergio Huayta Apaza	K-17	F8Q-859	Rafael Alvares Condori
K-08	V2C-949	David del Carpio Velazquez	K-18	F8Q-845	Angel Apaza Mamani
K-09	V2C-799	Vasquez Berrou Fernando	K-19	F8Q-818	Torres Flores Jose
K-10	V2C-746	Cesar Tirado Troya	K-20	F8Q-798	Cutimango Cruz Marcelino

Fuente : Elaboración Propia

5.2 Programa de mantenimiento

Para poder realizar el plan de mantenimiento, es necesario la recolección y el conocimiento del estado e información técnica de los equipos de la empresa Transportes Hagemsa S.A.C. una ayuda usual es el manual del fabricante, pero se debe llevarlo a la situación actual donde trabajan los tractocamiones, además se debe conocer el recorrido diario de cada unidad que es en este caso de 300 - 350 km aproximadamente debido a los contratos que tiene Transportes Hagemsa S.A.C., con diversas empresas mineras para trasladar componentes a mina en

tiempos acordados de entrega. También se recolectó información de los equipos con el personal que tiene mayor experiencia en la operación y mantenimiento de estos equipos.

El plan de mantenimiento tiene la finalidad de alargar la vida útil de los componentes de los tractocamiones y por ello es preciso contar con herramientas que ayuden a diligenciar toda la información que se maneje en el programa de mantenimiento.

Para esto se han desarrollado varios formatos, para que durante su ejecución e implementación, se pueda documentar y llevar un control de las operaciones del mantenimiento, y así por medio de esta se cuente con un soporte que le garantice la disponibilidad y funcionalidad de los equipos.

El Plan estratégico de Mantenimiento Preventivo en los tractocamiones Kenworth T660 debe desarrollarse según las siguientes acciones:

OBJETIVO:

1. Definir los lineamientos para controlar el mantenimiento preventivo de los tractocamiones de la empresa Transportes Hagemsa S.A.C..
2. ALCANCE:
Aplica a las 20 unidades de tractocamiones Kenworth T660, de la empresa Transportes Hagemsa S.A.C..
3. RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD:
 - a. Es responsabilidad del Planner de Mantenimiento el control de mantenimiento de las unidades
 - b. Es responsabilidad del Encargado de Compras tener el abastecimiento de las refacciones.
 - c. Es responsabilidad del Almacén el control de entradas y salidas de las refacciones.
 - d. Es responsabilidad del Jefe de taller solicitar los insumos necesarios de tráfico, el proveer oportunamente, cuando sea requerido, las unidades para su mantenimiento.
 - e. Es responsabilidad de los conductores, reportar el kilometraje recorrido de las unidades al coordinador de mantenimiento.

- f. Es responsabilidad del operador reportar a tráfico y cualquier falla mecánica o incidencia de la unidad que se le asigne antes y después de cada viaje.
- g. Es responsabilidad del Planner de Mantenimiento registrar en el Sistema de Mantenimiento Preventivo en el registro de reparación al tractocamion que no esté disponible por mantenimiento.

5.3 Niveles de mantenimiento

Se clasificó al personal técnico de acuerdo a la Experiencia y se colocó el grado de acuerdo con su importancia, grado de dificultad, conocimientos requeridos para su ejecución y el tipo de herramientas que se deben utilizar.

Nivel básico (nivel operador, técnicos del nivel aprendiz): Código M3. Se lleva a cabo ciertas operaciones de mantenimiento básico que garantizan la operación permanente y previenen daños tales como:

1. Inspección diaria.
2. Revisión de aceites y líquidos.
3. Limpieza y engrase.
4. Detección de ruidos anormales.
5. Pequeñas reparaciones.

Nivel promedio (técnico intermedio): Código M2. Probablemente la operación al nivel promedio implicará trabajos más especializados como:

1. Cambio de bandas y mangueras.
2. Afinación del motor.
3. Cambio de aceites y filtros.
4. Cambio de algunas partes.

Nivel avanzado (técnicos especializados, labores de planeación): Código M1. Trabajos de más alto nivel requieren de personal altamente calificado y herramienta especializada y en ocasiones de apoyo del fabricante, contempla los llamados mantenimientos de alta planeación y programación como:

1. Hacer afinaciones mayores.
2. Instalar conexiones.
3. Medir la compresión.
4. Calibraciones con instrumentos especiales.

5.4 Planeación de herramientas e instrumentos de medida

Para realizar un buen trabajo, se necesitan buenas herramientas, bien adaptadas a los diferentes trabajos de la profesión y conservadas cuidadosamente en perfecto estado. El empleo de buenas herramientas tiene una gran influencia no solo sobre la calidad del trabajo, sino también

sobre la rapidez de su ejecución, factor que adquiere considerable importancia en los tiempos modernos.

Ocurren a menudo que, no disponiendo de tal herramienta, el mecánico se ve obligado a confeccionar una o adaptar los medios que posee lo mejor posible. En este caso la imaginación es un precioso auxiliar para el operario.

Existen dos tipos de medidas universales que son: La Métrica y la SAE, las cuales hay en ocasiones ciertos puntos de intercambio entre ellas, pero no es conveniente usar llaves métricas en tornillería SAE, y viceversa. En una emergencia se puede usar cualquier herramienta que tenga a la mano y que ajuste, pero el uso prolongado de llaves métricas en tornillería SAE, y viceversa, terminará arruinando la tornillería y las herramientas.

1. Hay que distinguir en el utillaje del mecánico reparador las herramientas de mano, las máquinas herramientas y los instrumentos de medición.
2. A continuación, se presenta una lista de las herramientas, máquinas e instrumentos que se necesitan en el área de mantenimiento, para diferentes tipos de niveles de mantenimiento.

Tabla 11. Herramientas del taller hagemsa

NIVEL BÁSICO M-3	NIVEL INTERMEDIO M-2	NIVEL AVANZADO M-1
Pinza universal	Gato hidráulico	Taladro
Desarmadores	Rampa	Pulidora
Martillos	Tornillo de banco	Extractores
Juegos de Llaves (españolas y estrías)	Juegos de Llaves de palanca y dados (manerales)	Punzones y palancas dimensionadas
Seguetas	Pinza de corte y presión	Esmeril de banco
Limas	Recolector de aceite	Probador de corriente
Limpiadores de terminales	Compresora de aire	Torquímetro
Calibrador presión de neumáticos	Cargador de baterías	Estetoscopio
Hidrómetro o densímetro	Magneto	Malacates
Lámpara de mano	Regla	Pie de rey
Aceitera	Espátula/Raspador	Micrómetro
Mesa de trabajo	Marcador	Juego de galgas de espesores
Cables para arranque emergencia	Machos de roscar	Cargador de acumulador
Llave de rueda	Terrajas	Pinzas especiales
Llaves Allen	Extractor de tornillos	Dinamómetro
Pistola engrasadoras	Máquina de soldar Eléctrica	Máquina de soldar Autógena
Nota: son las más usadas		

Fuente: Elaboración propia

5.5 Planeación de stock necesario

Para mantener un stock de repuestos es necesario que el Planer de mantenimiento realice un programa y una adecuada planeación y control de los repuestos, materiales y accesorios utilizados en los trabajos, ya que esto repercute directamente en las políticas de reducción de costos de mantenimiento y por ende en el éxito de la implantación del mantenimiento preventivo en la organización. Entre los factores que determinan la cantidad de repuestos, están los siguientes:

1. La cantidad utilizada.
2. La frecuencia de replazo.
3. Los efectos en la operación o depreciación, lo cual es importante para no invertir dinero en partes o piezas que, por lo general, se reemplazan con baja frecuencia.

Para el programa de mantenimiento preventivo a los tractocamiones Kenworth de la empresa Transportes Hagemsa S.A.C. se ha definido una serie de repuestos y/o materiales, que a continuación se presenta por unidad.

Tabla 12. Planificación de componentes

NRO	REPUESTOS/MATERIALES	CANTIDAD
1	ACEITE DE MOTOR 15W-40 (CASTROL)	10 GLN
2	FILTRO DE ACEITE (FLEETGUARD)	2 UND
3	FILTRO DE AIRE PRIMARIO Y SECUNDARIO (PACCAR)	2 UND
4	REFRIGERANTE (PRESTONE)	15 GLN
5	ACEITE DE CORONA 85W-140 (CASTROL)	10 GLN
6	ACEITE PARA TRANSMISIÓN (VALVULINA)	4 GLN
7	ACEITE HIDRÁULICO (PRESTONE)	2 GLN
8	LIMPIADOR PARA MANOS (FAST)	2 GLN
9	TOALLAS PARA LA LIMPIEZA DE LAS MANOS (WAIPE)	5 KG
10	CINTA DE AISLAR (3M)	3 UND
11	CINTA "MASKING TAPE" (SHURTAPE)	2 UND
12	GRASA (MOBIL)	5 LB
13	GRASA PARA RODAMIENTOS DE RUEDAS (MOBIL)	2 LB
14	SILICONA ALTA TEMPERATURA (LOCTITE)	1 UND
15	SOLVENTE PARA LIMPIEZA DE PARTES (REFOL)	2 UND
16	CHAVETAS O PASADORES (PACCAR)	1 UND
17	SURTIDO DE TUERCAS Y TORNILLOS (CSK)	1 KG
18	SURTIDO DE ARANDELAS PLANAS Y DE PRESIÓN (CSK)	1 KG
19	BANDAS DE REPUESTO (PACCAR)	2 UND
20	ABRAZADERAS PARA MANGUERAS (CSK)	10 UND
21	TAPÓN DE RADIADOR (PACCAR)	1 UND
22	CABLE SUELTO (SELMEC)	10 MTS
23	CONECTORES ELÉCTRICOS (SELMEC)	10 UND
24	FUSIBLES (SELMEC)	10 UND
25	LIJA (3M)	3 UND
26	TERMINALES DE ACUMULADOR DE REPUESTO (PACCAR)	2 UND
27	FOCOS DE REPUESTO (LEDTRONIK)	10 UND
28	FILTRO DE COMBUSTIBLE (FLEETGUARD)	1 UND
29	MANGUERA DE VACIO (PACCAR)	2 UND
30	RETEN PARA LOS RODAMIENTOS DE LAS RUEDAS (SKF)	6 UND
31	LUBRICANTE PARA ENGRANES (PACCAR)	1 LB
32	SURTIDO DE EMPAQUES O JUNTAS (PACCAR)	2 UND
33	PARTES PARA SISTEMAS DE FRENOS – FAJAS (PACCAR)	6 UND

Fuente: Elaboración propia

5.6 Programa de Seguridad en el taller

De acuerdo a la ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, tiene como objetivo promover la cultura de prevención de riesgos laborales en el país. La seguridad es una responsabilidad propia y una responsabilidad de todos. Es imposible recrear una situación de riesgo por lo que la primera regla es la prevención. La principal causa de accidentes es la falta de cuidado.

Es por esto que aplicando este Plan Estratégico de Mantenimiento Preventivo, todos los trabajos realizados en el taller llevan un proceso, según el Manual de Procedimientos, y todas las herramientas tienen una manera de ser utilizadas correctamente, es necesario evitar querer tomar atajos para acelerar el trabajo o ahorrar el esfuerzo requerido.

Todas las herramientas están expuestas a un proceso de desgaste debido al trabajo a que son sometidas. Es necesario antes de iniciar a trabajar con ellas una revisión de su estado y las condiciones en que se encuentran. Revisar puntos de seguridad como herramientas gastadas, dobladas, golpeadas, sin filo, deben ser evaluados. Si se encuentra que alguna máquina o herramienta se encuentran defectuosas se deberá reportar inmediatamente.

Las principales herramientas para la gestión de seguridad en el taller:

5.6.1 Identificación de Peligros y evaluación de Riesgos (IPERC).

El procedimiento para la identificación de peligros y evaluación de riesgos y su control también conocida por su sigla IPERC tiene por objetivo proporcionar información sobre los peligros y riesgos ocupacionales presentes en las actividades laborales que permita prevenir daños a la salud de los colaboradores, a las instalaciones y al ambiente.

Nivel del Riesgo = Probabilidad x Nivel de Severidad

CONSECUENCIA	5 CATASTRÓFICO	11	16	20	23	25
	4 MAYOR	7	12	17	21	24
	3 MEDIO	4	8	13	18	22
	2 MENOR	2	5	9	14	19
	1 INSIGNIFICANTE	1	3	6	10	15
		A MUY RARO	B POCO PROBABLE	C PODRÍA SUCEDER	D PROBABLE	E CASI SEGURO
		PROBABILIDAD				

Figura 28. Matriz de evaluación de riesgos

Fuente: es.slideshare.net/OverallhealthEnSalud/curso-de-iper-ciro

Tabla 13. Formato de AST



ANÁLISIS DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO (AST)

AREA / UBICACIÓN:	RESPONSABLE DEL AREA : Nombre y Firma		Fecha: / /
NOMBRE DEL TRABAJO:	DESCRIPCION DEL TRABAJO:	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL: Casco <input type="checkbox"/> Lentes <input type="checkbox"/> Guantes <input type="checkbox"/> Prot. Auditiva <input type="checkbox"/> Zapatos <input type="checkbox"/> Arnés <input type="checkbox"/> Otros.....	

PERSONAL INTEGRANTES: Nombre y Firma

1. _____ 6. _____
 2. _____ 7. _____
 3. _____ 8. _____
 4. _____ 9. _____
 5. _____ 10. _____

N° DE PASOS	DESCRIPCIÓN DE LOS PASOS DE LA TAREA	RIESGOS / IMPACTOS ASOCIADOS	NIVEL DE RIESGO			MEDIDAS DE CONTROL	NIVEL DE RIESGO			CONTROLES ADICIONALES Y ACCIONES REQUERIDAS
			PROBABILIDAD	CONSECUENCIA	NIVEL DE RIESGO		PROBABILIDAD	CONSECUENCIA	CLASIFICACIÓN DE RIESGO FINAL	

FIRMA DEL SUPERVISOR INMEDIATO DEL TRABAJO:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <tr> <td rowspan="5" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">CONSECUENCIA</td> <td>SI CAUSA TRÁFICO</td> <td style="background-color: yellow;">11</td> <td style="background-color: yellow;">16</td> <td style="background-color: red;">20</td> <td style="background-color: red;">23</td> <td style="background-color: red;">25</td> </tr> <tr> <td>4. MAYOR</td> <td style="background-color: yellow;">7</td> <td style="background-color: yellow;">12</td> <td style="background-color: red;">17</td> <td style="background-color: red;">21</td> <td style="background-color: red;">24</td> </tr> <tr> <td>3. MEDIO</td> <td style="background-color: green;">4</td> <td style="background-color: green;">8</td> <td style="background-color: yellow;">13</td> <td style="background-color: red;">18</td> <td style="background-color: red;">22</td> </tr> <tr> <td>2. MENOR</td> <td style="background-color: green;">2</td> <td style="background-color: green;">5</td> <td style="background-color: yellow;">9</td> <td style="background-color: red;">14</td> <td style="background-color: red;">19</td> </tr> <tr> <td>1. INSIGNIFICANTE</td> <td style="background-color: green;">1</td> <td style="background-color: green;">3</td> <td style="background-color: yellow;">6</td> <td style="background-color: red;">10</td> <td style="background-color: red;">15</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PROBABILIDAD</td> <td style="background-color: green;">A MUY RARO</td> <td style="background-color: yellow;">B POCO PROBABLE</td> <td style="background-color: red;">C PODRÍA SUCEDER</td> <td style="background-color: red;">D PROBABLE</td> <td style="background-color: red;">E CASI SEGURO</td> </tr> </table>	CONSECUENCIA	SI CAUSA TRÁFICO	11	16	20	23	25	4. MAYOR	7	12	17	21	24	3. MEDIO	4	8	13	18	22	2. MENOR	2	5	9	14	19	1. INSIGNIFICANTE	1	3	6	10	15	PROBABILIDAD		A MUY RARO	B POCO PROBABLE	C PODRÍA SUCEDER	D PROBABLE	E CASI SEGURO
CONSECUENCIA			SI CAUSA TRÁFICO	11	16	20	23	25																															
	4. MAYOR		7	12	17	21	24																																
	3. MEDIO		4	8	13	18	22																																
	2. MENOR		2	5	9	14	19																																
	1. INSIGNIFICANTE	1	3	6	10	15																																	
PROBABILIDAD		A MUY RARO	B POCO PROBABLE	C PODRÍA SUCEDER	D PROBABLE	E CASI SEGURO																																	
FIRMA DEL SUPERVISOR DE SEGURIDAD:																																							

Fuente: Transportes Hagemsa

5.6.2 Procedimientos Escrito de Trabajo Seguro (PETS)

Contiene los pasos de cada tarea de mantenimiento, para mejorar la gestión del mantenimiento y facilitar el trabajo del personal técnico, estableciendo la seguridad como base principal.

Tabla 14. Calibración de inyectores y válvulas de motor C15

CALIBRACIÓN DE INYECTORES Y VÁLVULAS DE MOTOR			
Área:	Mantenimiento	Versión:	v03
Código:	PETS -001-HAG-MTTO	Página:	
UNIDAD	Taller Transportes Hagemsa S.A.C..		
TIPO DE DOCUMENTO	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO (PETS)		
NOMBRE	CALIBRACIÓN DE INYECTORES Y VALVULAS DE MOTOR		
VERSIÓN	003-2015		
FECHA ELABORACIÓN	Febrero 2015		
CÓDIGO	PETS -001-HAG-MTTO		
1. PERSONAL			
1.1.	Supervisor de Taller.		
1.2.	Mecánico: M1 y M3		
2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL			
2.1.	Mameluco		
2.2.	Zapatos punta acero		
2.3.	Lentes lunas claras		
2.4.	Casco tipo jockey		
2.5.	Guantes zorbit		
2.6.	Tapones de oído		

Continuación de la Tabla 14.

<p>3. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES</p> <p>3.1. Caja de herramientas de Mecánico I</p> <p>3.2. Engranaje de giro de motor</p> <p>3.3. Calibrador de luz de válvulas</p> <p>3.4. Calibrador de Inyectores</p> <p>3.5. Información técnica del fabricante (Sis Cat)</p> <p>4. PROCEDIMIENTO</p> <p>4.1. Delimitación del Área de trabajo.</p> <p>4.2. Realizar el IPERC en el formato correspondiente.</p> <p>4.3. Antes de realizar cualquier trabajo de calibración y reparación se debe bloquear el equipo, ya sea en su llave máster o baterías.</p> <p>4.4. Después de haberse realizado la limpieza correspondiente al equipo y la parte superior del motor, se procede a ubicar la herramienta especial para girar el motor en el sentido de giro normal y ubicar el motor PMS-1 con ayuda del perno de puesta a punto en la volante.</p> <p>4.5. Luego se procede a calibrar primeramente los inyectores y válvulas de acuerdo al orden de calibración especificado para la primera etapa.</p> <p>4.6. Posteriormente, se gira el motor 360° al PMS-6 en segunda etapa de la misma forma que en la primera etapa.</p> <p>4.7. Se calibran los inyectores y válvulas especificados para la segunda etapa.</p> <p>4.8. Se inspecciona el ajuste de los pernos y contratueras con ayuda de un torquimetro antes de colocar las tapas.</p> <p>4.9. Una vez instaladas las tapas se verificará el motor en su totalidad para arrancar.</p> <p>4.10. Verificar que se retire el perno de traba y la herramienta de giro de motor.</p> <p>4.11. Retirar el candado y la tarjeta lockout.</p> <p>4.12. Luego de arrancar el motor inspeccionar si existen fugas y ruidos sospechosos.</p> <p>4.13. Finalmente, realizar pruebas de potencia en el motor cuando haya alcanzado su temperatura de trabajo.</p> <p>4.14. Verificar y limpiar área de trabajo una vez terminado el trabajo.</p>
--

Continuación de la Tabla 14.

5. RESTRICCIONES

5.1. Calibrar con motor frío

5.2. No realizar la calibración si no cuenta con información del fabricante (Sis Cat)

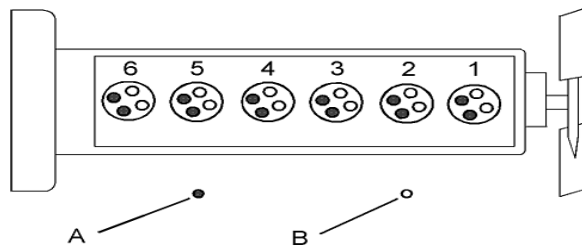
MOTOR CATERPILLAR ACCERT C-15:

Calibración de

válvulas:

A: Válvula Escape.

B: Válvula Admisión.



* El cilindro Nro. 01 está en la parte delantera del motor.

Ajuste el juego de las válvulas con el motor parado.

Use el procedimiento siguiente para ajustar las válvulas:

1 . Ponga el pistón No. 1 en la posición de punto muerto superior de la carrera de compresión. Consulte el manual Pruebas y Ajustes, "Localización de la posición central superior del pistón Nro. 1".

Carrera de Compresión - Puerto Muerto Superior	Válvula de Admisión.	Válvula de Escape.
Juego de Válvulas	0,38 ± 0,08 mm (0,015 ± 0,003 pulg)	0,76 ± 0,08 mm (0,03 ± 0,003 pulg)
Cilindros	1-2-4	1-3-5

2. Ajuste el juego de las válvulas de acuerdo con la Tabla anterior.

a. Golpee ligeramente el balancín en la parte superior del tornillo regulador con un mazo blando. Esto asegura que el rodillo levantador se asiente contra la base del círculo del árbol de levas.

b. Afloje la contratuerca de ajuste.

c. Coloque el calibrador de hoja que corresponde entre el balancín y el puente de válvulas. Entonces, gire el tornillo regulador hacia la derecha. Deslice el calibrador de

Continuación de la Tabla 14.

hoja entre el balancín y el puente de válvulas. Continúe girando el tornillo de ajuste hasta que se sienta un arrastre ligero en el calibrador de láminas. Quite el calibrador de hoja.

d. Apriete la contratuerca de ajuste a un par de apriete de $30 \pm 7 \text{ N}\cdot\text{m}$ ($22 \pm 5 \text{ lb}\cdot\text{pie}$). No deje que el tornillo regulador gire mientras aprieta la contratuerca de ajuste. Vuelva a verificar el juego de las válvulas después de apretar la contratuerca de ajuste.

3. Quite el perno de sincronización y gire el volante 360 grados en el sentido de rotación del motor. Esto coloca el pistón número 6 en la posición de punto muerto superior en la carrera de compresión. Instale el perno de sincronización en el volante.

Carrera de Escape - Puerto Muerto Superior (*)	Válvula de Admisión.	Válvula de Escape.
Juego de Válvulas	$0,38 \pm 0,08 \text{ mm}$ ($0,015 \pm 0,003 \text{ pulg}$)	$0,76 \pm 0,08 \text{ mm}$ ($0,03 \pm 0,003 \text{ pulg}$)
Cilindros	3-5-6	2-4-6

* Posición para el cilindro N°01

4. Ajuste el juego de las válvulas de acuerdo con la Tabla 4.

a. Golpee ligeramente el balancín en la parte superior del tornillo regulador con un mazo blando. Esto asegura que el rodillo levantador se asiente contra la base del círculo del árbol de levas.

b. Afloje la contratuerca de ajuste.

c. Coloque el calibrador de hoja que corresponde entre el balancín y el puente de válvulas. Entonces, gire el tornillo regulador hacia la derecha. Deslice el calibrador de hoja entre el balancín y el puente de válvulas. Continúe girando el tornillo de ajuste hasta que se sienta un arrastre ligero en el calibrador de láminas. Quite el calibrador de hoja.

d. Apriete la contratuerca de ajuste a un par de apriete de $30 \pm 7 \text{ N}\cdot\text{m}$ ($22 \pm 5 \text{ lb}\cdot\text{pie}$). No deje que el tornillo regulador gire mientras aprieta la contratuerca de ajuste. Vuelva a verificar el juego de las válvulas después de apretar la contratuerca de ajuste.

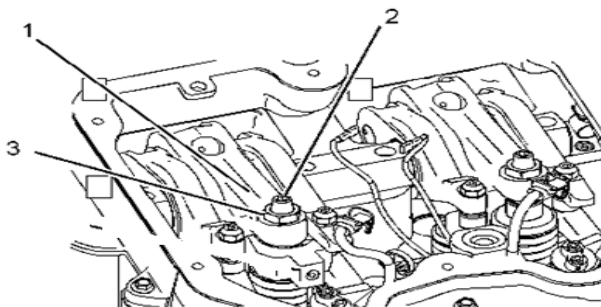
5. Quite el perno de sincronización del volante después de que se hayan hecho todos los ajustes al juego de las válvulas. Vuelva a instalar la cubierta de sincronización.

Continuación de la Tabla 14.

Equipo	D8T N°	Horómetro:	Fecha :
Cilindro		Válvulas de Admisión	Válvulas de Escape
1	Se encontró:		
	Queda en:		
2	Se encontró:		
	Queda en:		
3	Se encontró:		
	Queda en:		
4	Se encontró:		
	Queda en:		
5	Se encontró:		
	Queda en:		
6	Se encontró:		
	Queda en:		

* Calibración de Inyectores:

Siga el procedimiento descrito a continuación para ajustar los inyectores unitarios electrónicos:



1. Balancín de válvula.
2. Perno de Ajuste.
3. Contratuerca.

Utilice el siguiente procedimiento para ajustar los inyectores unitarios en los cilindros 3, 5 y 6:

1. Ponga el pistón No. 1 en la posición de punto muerto superior en la carrera de compresión.

Continuación de la Tabla 14.

2-Se utiliza el calibrador de altura del inyector para obtener una dimensión de $78,0 \pm 0,2$ mm ($3,07 \pm 0,01$ pulg). Esta dimensión se mide desde la parte superior del inyector unitario hasta el borde maquinado del cuerpo del inyector de combustible.

3. Gire el tornillo de ajuste del inyector unitario (2) hacia la derecha hasta obtener la altura correcta.

4. Sujete el tornillo de ajuste en esta posición y apriete la tuerca de traba (3) a un par de 100 ± 10 N·m (74 ± 7 lb-pie).

Para ajustar los inyectores unitarios de los cilindros 1, 2 y 4, quite el perno de sincronización. Gire el volante 360 grados en el sentido de rotación del motor. El sentido de rotación del motor es hacia la izquierda si se mira el motor desde el extremo del volante. Esto pondrá el pistón número 1 en la posición central superior de la carrera de escape.

Repita los pasos desde 3 hasta 4.

Quite el perno de sincronización del volante después de que se hayan efectuado todos los ajustes de los inyectores unitarios. Reinstale la cubierta del mecanismo de válvula.2

Componente	Sistemas	Valor Nominal	Valor Tomado	Observaciones
Motor	Boost	18.5 PSI		
	Combustible	78 PSI - Baja en vacío		
		91 PSI - Alta en vacío		
	Lubricación	44 a 58 PSI - Baja en vacío		
		72 a 88 PSI - Alta en vacío		
	Refrigeración	90 Cº		
Carter blow by	2" H2O			

Fuente: Elaboración propia


5.7 Lista de chequeo o lista de inspección diaria de los equipos

Según Francisco Javier Gonzáles (2004), en su libro “Auditoría del Mantenimiento e Indicadores de Gestión”, indica que si bien las pequeñas revisiones preventivas en las que intervienen los encargados del taller utilizando para ello una a dos horas, es muy necesario tener una planificación y coordinación detallada de actividades a través de un Check List, el cual debe tener como soporte documentación adecuada.

El Check List es una serie de actividades enumeradas, encaminadas a la revisión, inspección y control de mecanismos puntuales los cuales tienen una alta tendencia a fallar. La función principal de las listas de chequeo o de inspección es prevenir la aparición de fallas prematuras haciéndole un chequeo diario, si al descubrir piezas sueltas o gastadas se toman inmediatamente las medidas necesarias para su corrección, el resultado serán menos paradas forzosas y una operación más económica en las operaciones de los equipos.

A continuación se presenta una guía para la inspección diaria y el formato de la lista de chequeo de las tractocamiones. La guía son pasos para asegurar un procedimiento de inspección adecuado y los formatos contienen las descripciones o elementos puntuales referente a los equipos de la empresa Transportes Hagemsa S.A.C., que deben realizarse diariamente.

Figura 29. Formato de check list

SERVICIO DE INSPECCION DIARIA			
INFORMACION DEL CLIENTE			
Nombre del cliente		VIN N°:	
Unidad N°:	Fecha:	N° de orden de reparación:	
kilometraje:	Horas:	Placa:	
(✓ = Satisfactorio R = Requiere reparación)		COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES	
1 Revisar operación de arranque.			
2 Revisar instrumentos de medición.			
3 Revisar operación de motor.			
4 Revisar operación de embrague.			
5 Revisar operación de pedal de freno.			
6 Revisar operación de freno de estacionamiento.			
7 Revisar operación de A/C y calefacción.			
8 Revisar operación de limpiaparabrisas.			
9 Revisar operación de lunas y espejos.			
10 Revisar operación de claxon eléctrico y aire.			
11 Revisar todas las luces del vehículo.			
12 Revisar operación de dirección.			
13 Revisar estado de neumáticos y presión de aire.			
14 Revisar estado de suspensión.			
15 Drenar tanques de aire.			
16 Revisar fugas por retenes de ruedas.			
17 Revisar fugas en Transmisión.			
18 Revisar fugas en Diferenciales.			
19 Revisar operación de 5ta rueda.			
20 Revisar soportes y tapa barros.			
21 Revisar fugas y nivel de aceite de motor.			
22 Revisar fugas de refrigerante.			
23 Revisar ajuste de fajas de distribución.			
24 Revisar fugas del sistema de escape.			
25 Revisar sistema de aire de admisión.			
26 Drenar agua del separador de combustible.			
Comentarios:			
Reparaciones aprobadas: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Inspeccionado por:			

Fuente: Archivo hagemsa

5.8 Solicitud de trabajo

Una vez terminado el proceso de inspección, y se han encontrado alguna falla o daño en el equipo, se prosigue a llenar un formato donde se especifique la descripción del trabajo solicitado, para que de esta manera se pueda generar una orden de trabajo.

Según Raúl R. Prando (1996), en su libro “ Manual de Gestión de Mantenimiento a la medida”, indica que la Solicitud de Trabajo es un pedido escrito de una tarea a ser ejecutada por el área de mantenimiento, requerida para la reparación, composición u renovación de algún elemento de un determinado equipo. Este autor recomienda que una vez emitida la solicitud de trabajo, esta debe ingresar inmediatamente al sistema para que se determine su concreción.

Las prioridades se usan para determinar el nivel de criticidad de los trabajos, a fin de incluirlos de forma sistemática y clasificada dentro del plan de mantenimiento.

Este sistema, por lo tanto, debe ser flexible y dinámico. En la tabla se muestra una clasificación para los niveles de prioridades y el tipo de trabajo que es candidato para cada clase.

En la Figura 30. Formato de Solicitud de Trabajo, se muestra a continuación:


SOLICITUD DE TRABAJO				
Solicitud No. : <input type="text"/>		Fecha de Elaboración: <input type="text"/>		
		D	M	A
Marca del Equipo:	<input type="text"/>			
Identificación del Equipo:	<input type="text"/>			
Nombre del Solicitante:	<input type="text"/>			
Fecha de Solicitud:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	D	M	A	
Prioridad de Reparacion				
Prioridad:	Inmediata	Urgente	Normal	Otro
	I	U	N	
Descripcion del Trabajo Solicitado				
Revisado:	<input type="text"/>			
Autorizado:	<input type="text"/>			

Figura 30. Formato de solicitud de trabajo

Fuente: Elaboración propia

5.9 Orden de trabajo

Según Lourival Augusto Tavares (2000) indica que Las ordenes de trabajo (OT) son específicas para cada empresa, en función de la actividad, organización, cantidad y tipos de mano de obra y equipos que posee etc., sin embargo, existe una serie de datos comunes en cualquier ramo industrial o de servicio de mantenimiento, que deben estar presentes en este instrumento de información, como: el numero consecutivo, el tipo de la actividad de mantenimiento, la prioridad, los registros de historial, si los instrumentos de supervisión actuaron correctamente o no, si la intervención perjudico la producción, el período de indisponibilidad del equipo y la duración real del mantenimiento.

Y recomienda en los modelos de las ordenes las actividades programadas y no programadas, la existencia de un código de barras que puede ser emitido por la computadora, para facilitar la lectura en sistemas integrados (por ejemplo: para que el encargado del depósito asocie el material a emplear al número de la OT).

Se muestra el formato en la Figura 31. Formato de Orden de Trabajo, que sigue a continuación:

5.11 Ficha técnica de equipos

Es un formato en el cual se debe registrar las características físicas y funcionales más importantes o relevantes de un equipo.


FICHA TECNICA DEL KENWORTH T660 	
Motor	Suspensión
C15 de 435 hp hasta 500 hp caterpillar.	AG460; 46000 Lbs.
Equipamiento del motor	Neumáticos y Ruedas
Cumple las emisiones Tier II de IMO.	Bridgestone R250F; 11R24.5 14 capas.
Radiador 1240 pulg2. Área frontal.	Ruedas de acero accu ride 24.5" x 8.25".
Sistema de escape vertical sencillo.	Tanque de combustible
Sistema de encendido PACCAR de 12v.	378 litros tras cabina lado derecho.
Alternador PACCAR 130 amp.	Bastidor y Equipo
3 baterías PACCAR, libres de mantenimiento.	Bastidor Termotratado 10- 5/8" x 5/16".
Freno motor.	Resistencia a la cedencia: 120000 psi.
Sensor de bajo nivel de refrigerante.	Defensa aerodinámica.
Transmisión y equipo	Quinta rueda holland o jost.
Fuller FRO13210C 10 velocidades.	Cabina y equipo
Flechas cardan.	Cabina convencional de aluminio.
Embrague fuller 15.5"; 6.650 lp.	Capo integral aerodinámico de SMC.
Freno de embrague.	Luces y señales
Eje Delantero y equipo	Faros halógenos aerodinámicos.
Frenos Dana – spicer 16.5" x 5".	Luces traseras de alto y retroceso.
Muelles sección variable; 13200 lbs.	Sistema Neumático
Ajustadores automáticos.	Secador de aire bendix.

Figura 32. Ficha técnica del tracto camión Kenworth T660

Fuente: Elaboración propia

5.12 Programación del mantenimiento

La programación del mantenimiento es una herramienta de gestión del mantenimiento, que permite orientar las labores y acciones que, en forma periódica o extraordinaria, deban efectuarse con la finalidad de mantener en perfecto estado de mantenimiento y de funcionamiento los equipos para lograr la eficiente operación en busca de satisfacer las diversas necesidades en la prestación de los servicios.

El objetivo de la programación consiste en determinar el orden en el cual se deben efectuar los trabajos planificados teniendo en cuenta: Los grados de urgencia, los materiales necesarios y la disponibilidad del personal.

La programación del mantenimiento se debe elaborar de la forma más adecuada, y para ello hay que conocer los pasos a seguir para conseguir programar las diferentes tareas en un formato adecuado.

Para realizar la programación de mantenimiento de los tractocamiones se han determinado intervalos en kilómetros recorridos, para lo cual los kilómetros se miden a través de los relojes indicadores del tablero, llamados reloj kilometraje.

A continuación se presentan las operaciones de mantenimiento a realizar para los tractocamiones a diferentes intervalos de servicios:


5.12.1 Cartillas de mantenimiento preventivo

Su función es proporcionar al área de mantenimiento un sistema de procesos que mediante las etapas de planeación, organización, ejecución, control e inspección; contribuyen como un apoyo en las actividades de mantenimiento de los equipos de la empresa, estas cartillas se elaboraron con ayuda del manual de mantenimiento y la experiencia con equipos Kenworth.

Funciones de las Cartillas:

1. Facilita las actividades de mantenimiento realizadas a los equipos.
2. Facilita las actividades del mantenimiento preventivo.
3. Refleja la filosofía, política, organización del mantenimiento; sirve también como documento para las auditorías.
4. Induce el desarrollo de un ambiente de trabajo y al cumplimiento de los deberes establecidos.

Tabla 15. Cartilla de mantenimiento PM1

		MP1 – 10000 KM			VERSO		1
					FECHA		07/01/2015
CARTILLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO - TRACTOS							
FECHA		TURNO		KILOMETRAJE		HORA	
EQUIPO/PLACA		MODELO		FECHA/ENTREGA			
FECHA/INGRESO		HORA					
N°	ACTIVIDADES				OK	FA	OBSERVACIONES
LUBRICACION							
1	Lubricación collarin de embrague						
2	Lubricación del acoplamiento del embrague y del eje transversal						
3	Revisión y lubricación del eje cardan - crucetas - yugo						
4	Lubricación del buje del soporte del árbol de leva de freno						
5	Lubricación de la suspensión delantera						
6	Lubricación de la barra de dirección						
7	Lubricación de los pasadores de muñón						
8	Lubricación y revisión del extremo de la barra de acoplamiento						
9	Lubricación de las partes metálicas de la cabina						
10	Lubricación del mecanismo del asiento						
11	Engrase quinta rueda						
12	Revisión de niveles de aceite de dirección						
13	Cambio de filtro Raccor						
14	Revisión nivel de aceite de caja de cambios						
15	Cambio de filtro combustible						
16	Cambio de filtros de aceite de motor						
17	Cambio de aceite al motor						
18	Engrase general de acuerdo a diagrama						
19	Lavado general a presión						
MOTOR							
SISTEMA MOTRIZ							
20	Revisar fugas de aceite, observar empaques y retenes						
21	Comprobar presión de aceite motor (tablero)						
22	Revisar empaques y fugas de aceite en el carter						
23	Revisar el tapón de drenaje						
SISTEMA COMBUSTIBLE							
24	Revisar el funcionamiento del marcador de nivel (tablero)						
25	Revisar visualmente las líneas de combustible (niples)						
26	Inspeccionar completamente todas las mangueras						
SISTEMA DE ADMISION Y ESCAPE							
27	Revisar restricción del filtro de aire						
28	Inspección de la manguera de flexión del escape (acordeon)						
29	Revisar las fugas en admisión y escape						
30	Inspección del sistema de escape y silenciador						
31	Ajuste e inspección del múltiple escape "v"						
32	Revisar estado de conexiones (cañerías, mangueras)						
33	Reajuste de soportes del intercooler						
SISTEMA DE REFRIGERACION							
34	Revisión de presión de la tapa de tanque de expansión						
35	Revisar fugas en la caja del termostato						
36	Revisar fugas y juego de rodamientos y/o ruido bomba de agua						
37	Revisar el nivel del fluido refrigerante en el radiador						
38	Revisar el exterior del panel del radiador, si es necesario limpiarlo						
39	Revisar correas del ventilador (templar)						
40	Revisar conexiones, mangueras y soportes del radiador						
41	Revisar estado del radiador						
42	Chequear ajuste de abrazaderas						
TRANSMISION							
SISTEMA DE EMBRAGUE							

Continuación de la Tabla 15


43	Revisión del juego libre del pedal de embrague/regulación			
	CAJA DE CAMBIOS			
44	Revisar soportes			
45	Revisar ruidos y funcionamiento normal en la caja			
46	Revisar fugas de aceite			
	ARBOL DE TRANSMISION			
47	Revisar estado de goma central de cardan			
48	Revisar juego en dados de crucetas de cardan			
	EJE TRASERO – CORONAS			
49	Revisión de niveles de lubricante de corona			
50	Revisar fugas de aceite			
51	Revisión del respiradero, limpieza			
	SISTEMA DE FRENOS			
	COMPRESORA DE AIRE			
52	Revisión de fugas en las mangueras de aire			
53	Revisión de fugas de aceite en las mangueras			
54	Drenar agua condensada de los tanques de aire			
	FRENOS DE AIRE			
55	Revisión del ajustador automático de freno			
56	Revisión de la tapa del respiradero de la cámara de freno			
57	Verificar juego libre de pedal de freno			
58	Pruebas de funcionamiento del freno			
	SISTEMA DE DIRECCION Y SUSPENSION			
	SUSPENSION			
59	Revisión de grilletes			
60	Revisión de la suspensión delantera posterior			
61	Verificar gomas soporte de cabina			
62	Revisión y limpieza de válvulas de presión de bolsa			
	DIRECCION			
63	Revisión de nivel de aceite			
64	Revisión de ruidos y fugas de aceite de bomba de servo			
65	Revisión y cambiar si es necesario manguera de dirección			
66	Medir juego en brazo de dirección, rotulas y terminales			
67	Revisar juego normal del volante			
68	Revisar y ajustar mangueras			
69	Revisar mecanismos de dirección (bomba, cruceta, yugo)			
	RUEDAS Y NEUMATICOS			
70	Revisar el nivel de lubricante de los rodamientos de las ruedas			
71	Revisar fugas de aceite por retenes de rueda			
72	Revisar ajuste de tuercas			
73	Revisar desgaste de neumáticos			
74	Revisar niveles de aceite del cubo			
75	Revisar presión de aire de los neumáticos			
76	Efectuar rotación de neumáticos			
	SISTEMA ELECTRICO			
	CABLEADO Y FUSIBLES			
77	Cerciórese que todas las luces estén funcionando bien			
	INSTRUMENTOS			
78	Revisar normal funcionamiento de instrumento de tablero			
	ALTERNADOR			
79	Revisar y ajuste la tensión de la banda de impulsión			
	MOTOR DE ARRANQUE			
80	Revisar funcionamiento y conexiones motor de arranque			
81	Revisar ajuste de tuercas			
	ACCESORIOS			
82	Revisar estado de plumillas			
83	Revisar funcionamiento de limpiaparabrisas			

Continuación de la Tabla 15

84	Revisar funcionamiento de trabas de corona			
85	Revisión de mangueras y conexiones			
86	Revisar funcionamiento de aire acondicionado			
87	Revisar funcionamiento de radio cassette			
BASTIDOR - CARROCERIA - CABINA				
88	Revisar y/o reparar elevador de cristales			
89	Revisar daños exteriores, ajuste y fijación de cabina			
90	Reajuste general de pernos de chasis y carrocería			
91	Inspección del mecanismo de seguridad de la quinta rueda			
SISTEMA DE CONTROL ELECTRONICO				
92	Revisión de arnés de cableado del motor			
OBSERVACIONES Y TRABAJOS PENDIENTES (llenado por el técnico)				
REALIZADO:		FIRMA:		
RECEPCION:		FIRMA:		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Cartilla de mantenimiento PM2

		MP2 – 50000 KM			VERSO		1
					FECHA		07/01/2015
CARTILLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO – TRACTOS							
FECHA	EQUIPO/PLACA	TURNO	MODELO	KILOMETRAJE	HORA		
FECHA/INGRESO		HORA		FECHA/ENTREGA			
N°	ACTIVIDADES				OK	FA	OBSERVACIONES
LUBRICACION							
1	Lubricación collarín de embrague						
2	Lubricación del acoplamiento del embrague y del eje transversal						
3	Revisión y lubricación del eje cardan - crucetas - yugo						
4	Lubricación del buje del soporte del árbol de leva de freno						
5	Lubricación de la suspensión delantera						
6	Lubricación de la barra de dirección						
7	Lubricación de los pasadores de muñón						
8	Lubricación y revisión del extremo de la barra de acoplamiento						
9	Lubricación del motor del limpiaparabrisas						
10	Lubricación de las partes metálicas de la cabina						
11	Lubricación del mecanismo del asiento						
12	Lubricación de la bisagra de la puerta						
13	Engrase quinta rueda						
14	Revisión de niveles de aceite de dirección						
15	Sacar muestra de aceite para análisis, revisar resultados						
16	Cambio de filtro Raccor						
17	Cambio de filtro combustible						
18	Cambio de filtros de aceite de motor						
19	Cambio de aceite al motor						
20	Cambio de aceite de corona y filtro						
21	Cambio de aceite de caja de cambios, limpieza del tapón						
22	Engrase general de acuerdo a diagrama						
23	Lavado general a presión						
MOTOR							
SISTEMA DE LUBRICACION							
24	Revisar fugas de aceite, observar empaques y retenes						
25	Comprobar presión de aceite motor (tablero)						
SISTEMA MOTRIZ							
26	Revisar empaques y fugas de aceite en el carter						
27	Revisar el tapón de drenaje						
28	Revise los tornillos de montaje de la transmisión y el motor						
SISTEMA COMBUSTIBLE							
29	Revisar el funcionamiento del marcador de nivel (tablero)						
30	Revisar el ducto de ventilación de tanque de combustible						
31	Drenar sedimentos y agua de pre filtro y tanque de combustible						
32	Revisar visualmente las líneas de combustible (niples)						
33	Inspeccionar completamente todas las mangueras						
34	Apriete todos los montajes del tanque						
SISTEMA DE ADMISION Y ESCAPE							
35	Inspección de la manguera de flexión del escape (acordeón)						
36	Revisar fugas en admisión y escape, cambiar empaques						
37	Inspección del sistema de escape y silenciador						
38	Ajuste e inspección del múltiple escape "v"						
39	Apriete e inspección de abrazadera del escape de la banda ancha						
40	Revisar estado de conexiones (cañerías, mangueras)						
41	Revisar tornillos de montaje de múltiple de escape						
42	Reajuste de soportes del intercooler						

Continuación de la Tabla 16.


43	Cambiar filtro de aire			
44	Prueba de estanqueidad de presión del intercooler			
SISTEMA DE REFRIGERACION				
45	Revisar fugas en la caja del termostato			
46	Revisar fugas y juego de rodamientos y/o ruido bomba de agua			
47	Revise el nivel del fluido refrigerante en el radiador			
48	Revisar correas del ventilador (templar)			
49	Revisar conexiones, mangueras y soportes del radiador			
50	Revisar estado del radiador			
51	Revisar tapa de radiador			
52	Prueba de inhibidores de refrigerante			
53	Chequear ajuste de abrazaderas			
54	Revisar sensor térmico de acc.			
55	Revisión del embrague del ventilador			
56	Cambiar filtro de refrigerante			
57	Revisar el exterior del panel del radiador, si es necesario			
TRANSMISION				
SISTEMA DE EMBRAGUE				
58	Revisión del juego libre del pedal de embrague/regulación			
CAJA DE CAMBIOS				
59	Revisión del ventilador respiradero de la caja de cambios			
60	Revisar soportes			
61	Revisar ruidos y funcionamiento normal en la caja			
62	Revisar fugas de aceite			
ARBOL DE TRANSMISION				
63	Revisar estado de goma central de cardan			
64	Revisar juego en dados de crucetas de cardan			
EJE TRASERO (CORONAS)				
65	Revisión de niveles de lubricante de la corona			
66	Revisar fugas de aceite			
67	Revisión del respiradero, limpieza			
68	Revisar ruido y funcionamiento normal			
SISTEMA DE FRENOS				
COMPRESORA DE AIRE				
69	Revisión de fugas en las mangueras de aire y aceite			
70	Drenar agua condensada de los tanques de aire			
71	Revisar y/o reemplazar el gobernador de la compresora			
FRENOS DE RUEDA				
72	Regulación de frenos de rueda			
73	Verificar estado de conexiones y mando de freno			
74	Verificar funcionamiento normal del sistema de freno de parqueo			
75	Pruebas de funcionamiento del freno (eficiencia del frenado)			
76	Revisión y limpieza de fajas de freno			
77	Cambio de fajas de freno rueda posteriores, (si fuera necesario)			
SISTEMA DE DIRECCION Y SUSPENSION				
SUSPENSION				
78	Revisión de grilletes			
79	Revisión de la suspensión delantera posterior			
80	Revisar amortiguadores			
81	Verificar gomas soporte de cabina			
82	Revisión y limpieza de válvulas de presión de bolsa			
DIRECCION				
83	Revisión de nivel de aceite			
84	Revisión de ruidos y fugas de aceite de bomba de servo			
85	Revisión y cambiar si es necesario manguera de dirección			
86	Medir juego en brazo de dirección, rotulas y terminales			
87	Revisar juego normal del volante			

Continuación de la Tabla 16.

	RUEDAS Y NEUMATICOS			
88	Revisar el nivel de lubricante de los rodamientos de las ruedas			
89	Revisar fugas de aceite por retenes de rueda			
90	Revisar ajuste de tuercas			
91	Revisar desgaste de neumáticos			
92	Revisar presión de aire de los neumáticos			
93	Cambio de aceite de cubos de rueda delanteras			
	SISTEMA ELECTRICO			
	SISTEMA DE CABLEADO Y FUSIBLES			
94	Cerciórese que todas las luces estén funcionando bien			
95	Repáre, reexamine o reemplace según sea necesario			
96	Revisar caja de fusibles			
97	Verificar estado de funcionamiento de relays			
	INSTRUMENTOS			
98	Revisar normal funcionamiento de instrumentos de tablero			
	BATERIA			
99	Revise los terminales en el interruptor de cierre de batería			
100	Revisión y limpieza de la batería, soportes y cables			
101	Revise el nivel de carga de la batería			
	ALTERNADOR			
102	Ajuste de los pernos del soporte de montaje del alternador			
103	Revise y ajuste la tensión de la banda de impulsión			
	MOTOR DE ARRANQUE			
104	Revise funcionamiento y conexiones del motor de arranque			
105	Revisar y ajuste tuercas			
	SISTEMA DE ILUMINACION			
106	Revise el sistema de iluminación			
107	Ajuste y revise enfoque de faros y neblineros			
	ACCESORIOS			
108	Revisar estado de plumillas			
109	Revisar funcionamiento de limpiaparabrisas			
110	Revisar funcionamiento de traba de corona			
111	Revisar mangueras y conexiones			
	BASTIDOR – CARROCERIA - CABINA			
112	Revisar y/o reparar elevador de cristales			
113	Revisar daños exteriores, ajuste y fijación de cabina			
114	Revisión del forro del capo y del aislamiento del guardafango			
115	Reajuste general de pernos de chasis y carrocería			
116	Inspección del mecanismo de seguridad de la quinta rueda			
117	Revisión y/o reparación de horquillas			
118	Revisión y mantenimiento de chapas de puerta			
	SISTEMA DE CONTROL ELECTRONICO			
119	Revisión de arnés de cableado del motor			
120	Revisión y limpieza de conectores electrónicos (sensores)			
OBSERVACIONES Y TRABAJOS PENDIENTES (llenado por el técnico)				
REALIZADO:		FIRMA:		
RECEPCION:		FIRMA:		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Cartilla de mantenimiento PM3

		MP3 – 100000 KM			VERSO	1
					FECHA	07/01/2015
CARTILLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO - TRACTOS						
FECHA	TURNO	KILOMETRAJE		HORA		
EQUIPO/PLACA	MODELO	FECHA/ENTREGA				
FECHA/INGRESO	HORA					
N°	ACTIVIDADES			OK	FA	OBSERVACIONES
LUBRICACION						
1	Lubricación collarín de embrague					
2	Lubricación del acoplamiento del embrague y del eje transversal					
3	Revisión y lubricación del eje cardan - crucetas – yugo					
4	Lubricación del buje del soporte del árbol de leva de freno					
5	Lubricación de la suspensión delantera					
6	Lubricación de la barra de dirección					
7	Lubricación de los pasadores de muñón					
8	Lubricación y revisión del extremo de la barra de acoplamiento					
9	Lubricación del motor del limpiaparabrisas					
10	Lubricación de las partes metálicas de la cabina					
11	Lubricación del mecanismo del asiento					
12	Lubricación de la bisagra de la puerta					
13	Engrase quinta rueda					
14	Cambio de filtro Raccor					
15	Cambio de filtro combustible					
16	Cambio del filtro de dirección					
17	Cambio de aceite de dirección					
18	Cambio de filtros de aceite de motor					
19	Cambio de aceite al motor					
20	Cambio de aceite de caja de cambios, limpieza del tapón					
21	Engrase general de acuerdo a diagrama					
22	Cambio de aceite de coronas					
23	Lavado general a presión					
MOTOR						
SISTEMA DE LUBRICACION						
24	Revisar fugas de aceite, observar empaques y retenes					
25	Comprobar presión de aceite motor (tablero)					
SISTEMA MOTRIZ						
26	Inspección ensamble soporte trasero del motor					
27	Revisar empaques y fugas de aceite en el carter					
28	Revisar el tapón de drenaje					
29	Revise los tornillos de montaje de la transmisión y el motor					
30	Compruebe rpm del motor en marcha mínima (tablero)					
31	Limpieza del respiradero del carter del motor					
32	Revise y Registre la presión en el carter del motor (tablero)					
SISTEMA COMBUSTIBLE						
33	Revisar el funcionamiento del marcador de nivel (tablero)					
34	Revisar el ducto de ventilación de tanque de combustible					
35	Drenar sedimentos y agua de pre filtro y tanque de combustible					
36	Revisar visualmente las líneas de combustible (niples)					
37	Inspeccionar completamente todas las mangueras					
38	Apriete todos los montajes del tanque					
39	Reparación y/o limpieza del marcador de nivel					
40	Revisar válvulas de retorno de diesel					
41	Limpieza de enfriadores					
42	Revisión de presión de la bomba					


Continuación de la Tabla 17.

	SISTEMA DE ADMISION Y ESCAPE			
43	Inspección de la manguera de flexión del escape (acordeón)			
44	Revisar fugas en admisión y escape, cambiar empaques			
45	Inspección del sistema de escape y silenciador			
46	Ajuste e inspección del múltiple escape "v"			
47	Apriete e inspección de abrazadera del escape de la banda ancha			
48	Revisar estado de conexiones (cañerías, mangueras)			
49	Inspección del cableado e interruptores del freno motor			
50	Revisar tornillos de montaje de múltiple de escape			
51	Reajuste de soportes del intercooler			
52	Cambiar filtro de aire			
53	Revisar estado y funcionamiento del turbocompresor			
54	Revisar e inspeccionar componentes del freno motor			
55	Prueba de estanqueidad de presión del intercooler			
56	Desmontaje y limpieza del intercooler			
	SISTEMA DE REFRIGERACION			
57	Revisión de presión de la tapa de tanque de expansión			
58	Revisar fugas en la caja del termostato			
59	Revisar fugas y juego de rodamientos y/o ruido bomba de agua			
60	Revise el nivel del fluido refrigerante en el radiador			
61	Revisar correas del ventilador (templar)			
62	Revisar conexiones, mangueras y soportes del radiador			
63	Revisar estado del radiador			
64	Revisar tapa de radiador			
65	Prueba de inhibidores de refrigerante			
66	Chequear ajuste de abrazaderas			
67	Revisión del embrague del ventilador			
68	Engrase el conjunto de cubo del ventilador			
69	Revisar el exterior del panel del radiador, si es necesario			
	TRANSMISION			
	SISTEMA DE EMBRAGUE			
70	Revisión del juego libre del pedal de embrague/regulación			
	CAJA DE CAMBIOS			
71	Revisión del ventilador respiradero de la caja de cambios			
72	Revisar soportes			
73	Revisar ruidos y funcionamiento normal en la caja			
74	Revisar fugas de aceite			
75	Revisión de palanca de caja			
76	Revisión y limpieza de válvulas de accionamiento del selector			
	ARBOL DE TRANSMISION			
77	Revisar estado de goma central de cardan			
78	Revisar juego en dados de crucetas de cardan			
79	Desmontar y revisar crucetas de cardan			
	EJE TRASERO (CORONAS)			
80	Revisar fugas de aceite			
81	Revisión del respiradero, limpieza			
82	Revisar ruido y funcionamiento normal			
	SISTEMA DE FRENOS			
	COMPRESORA DE AIRE			
83	Revisar y/o reemplazar accesorios de secador de aire			
84	Revisar y/o reemplazar filtro secador de aire			
85	Drenar agua condensada de tanques de aire			
86	Revisar fugas en las mangueras de aire			
87	Revisar fugas de aceite en las mangueras			
88	Limpieza de válvulas secadoras			
89	Limpieza de tanques de aire			
90	Apretar los frenos de montaje			

Continuación de la Tabla 17.

91	Reparar la compresora de aire si es necesario			
	FRENOS DE RUEDA			
92	Revisar presión de aire en el sistema			
93	Revisar el tambor de freno			
94	Revisar el ajustador automático de freno			
95	Revisar conexiones y cañerías			
96	Verificar juego libre de pedal de freno			
97	Verificar estado de conexiones y mandos de freno			
98	Verificar funcionamiento normal del brake de freno			
99	Pruebas de funcionamiento de freno			
100	Revisar y limpiar de la cámara de freno			
101	Revisar eje de levas (reconstruir) si es necesario			
102	Cambio de fajas de freno de ruedas delanteras			
103	Rectificar el tambor de freno, si se necesita			
104	Revisar y limpiar fajas de freno			
105	Cambiar fajas de freno de ruedas posteriores			
106	Cambiar buje de eje de levas			
	SISTEMA DE DIRECCION Y SUSPENSION			
	SUSPENSION			
107	Revisar grilletes de muelle delantero			
108	Revisar suspensión delantera y posterior			
109	Revisar amortiguadores delanteros y posteriores			
110	Verificar goma de soporte de cabina			
111	Revisar torque de tornillo U, suspensión delantera			
112	Revisar el buje de la barra tensora			
113	Cambio de goma de amortiguadores delanteros			
114	Cambio de goma de amortiguadores posteriores			
115	Revisar bocinas de templadores de eje			
116	Revisar y limpiar la válvula de presión de bolsa			
117	Cambio de bocinas y gomas de templadores			
	DIRECCION			
118	Lubricación del brazo de arrastre pitman			
119	Revisar nivel de aceite			
120	Revisar y cambiar manguera de dirección			
121	Revisar juego de brazo de dirección, rotulas y terminales			
122	Revisar juego de volante			
123	Revisar y ajustar mangueras de alimentación de retorno			
124	Revisar torque de los pernos de mecanismo de dirección			
125	Revisar componentes de mecanismos de dirección			
126	Verificar ajuste del tapón de caja de dirección			
127	Revisar pines y bujes del muñón de dirección			
128	Reparar y/o cambiar bomba del servo			
129	Revisar alineamiento de ruedas de eje delantero			
	RUEDAS Y NEUMATICOS			
130	Revisar nivel de lubricante de los rodamientos de ruedas			
131	Revisar fugas de aceite por retenes de rueda			
132	Realizar ajuste de tuercas			
133	Revisar desgaste de neumáticos			
134	Revisar nivel de aceite cubo			
135	Revisar presión de aire de neumáticos			
136	Cambio de aceite de ruedas delanteras			
137	Cambio de aceite cubo de rueda			
138	Cambio de retenes de ruedas delanteras y posteriores			
	SISTEMA ELECTRICO			
	SISTEMA DE CABLEADO Y FUSIBLES			
139	Revisar el arnés del cableado			
140	Revisar cableado para ver fricciones, torceduras, aislamiento			

Tabla 18. Cartilla de mantenimiento PM4

		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">MP4 – 200000 KM</div>			VERSO	1
					FECHA	07/01/2015
CARTILLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO – TRACTOS						
FECHA		TURNO				
EQUIPO/PLACA		MODELO		KILOMETRAJE		HORA
FECHA/INGRESO		HORA		FECHA/ENTREGA		
N°	ACTIVIDADES				OK	FA
	LUBRICACION					
1	Lubricación collarín de embrague					
2	Lubricación del acoplamiento del embrague y del eje transversal					
3	Revisión y lubricación del eje cardan - crucetas – yugo					
4	Lubricación del buje del soporte del árbol de leva de freno					
5	Lubricación de la suspensión delantera					
6	Lubricación de la barra de dirección					
7	Lubricación de los pasadores de muñón					
8	Lubricación del motor del limpiaparabrisas					
9	Lubricación de las partes metálicas de la cabina					
10	Lubricación del mecanismo del asiento					
11	Lubricación de la bisagra de la puerta					
12	Engrase quinta rueda					
13	Sacar muestra de aceite para análisis, revisar resultados					
14	Cambio de filtro Raccor					
15	Cambio de filtro combustible					
16	Cambio del filtro de dirección					
17	Cambio de aceite de dirección					
18	Cambio de filtro de aceite de corona					
19	Lubricar bisagras, topes, manubrios de puertas, capot, cristales					
20	Cambio de filtros de aceite de motor					
21	Cambio de aceite al motor					
22	Cambio de aceite de caja de cambios, limpieza del tapón					
23	Engrase general de acuerdo a diagrama					
24	Cambio de aceite de coronas					
25	Lavado general a presión					
	MOTOR					
	SISTEMA DE LUBRICACION					
26	Revisar fugas de aceite, observar empaques y retenes					
27	Comprobar presión de aceite de motor, condición normal (tablero)					
	SISTEMA MOTRIZ					
28	Inspección ensamble soporte trasero del motor					
29	Revise los pernos de montaje de la transmisión y el motor					
30	Revisar empaques y fugas de aceite en el carter					
31	Revisar el tapón de drenaje					
32	Medir compresión de motor					
33	Compruebe rpm del motor en marcha mínima (tablero)					
34	Limpieza del respiradero del carter del motor					
35	Revise y Registre la presión en el carter del motor (tablero)					
36	Afinamiento del motor					
	SISTEMA COMBUSTIBLE					
37	Revisar visualmente las líneas de combustible (niples)					
38	Drenar sedimentos y agua de pre filtro y tanque de combustible					
39	Verificar que ducto de ventilación del tanque, no este obstruido					
40	Apriete todos los montajes del tanque (abrazaderas)					
41	Inspeccionar completamente todas las mangueras					
42	Desmontar, revisar y controlar estado de los inyectores, revisar					
43	Desmontar y lavar el tanque de combustible					

Continuación de la Tabla 18.

44	Revisar el funcionamiento del marcador de nivel			
45	Revisar y/o repara bomba de alimentación			
46	Reparación y/o limpieza del marcador de nivel			
47	Realizar corte de cilindros			
48	Realizar prueba de tiempo de respuesta de los inyectores			
49	Revisar y/o limpiar válvulas de anti retorno de diesel			
50	Limpieza de enfriadores			
51	Revisión de presión de la bomba			
	SISTEMA DE ADMISION Y ESCAPE			
52	Inspección de la manguera de flexión del escape (acordeón)			
53	Revisar fugas en admisión y escape, cambiar empaques			
54	Inspección del sistema de escape y silenciador			
55	Ajuste e inspección del múltiple escape "v"			
56	Apriete e inspección de abrazadera del escape de la banda ancha			
57	Revisar estado de conexiones (cañerías, mangueras)			
58	Inspección del cableado e interruptores del freno motor			
59	Revisar tornillos de montaje de múltiple de escape			
60	Reajuste de soportes del intercooler			
61	Cambiar filtro de aire			
62	Revisar estado y funcionamiento del turbocompresor			
63	Revisar e inspeccionar componentes del freno motor (I)			
64	Revisar e inspeccionar componentes del freno motor (II)			
65	Prueba de estanqueidad de presión del intercooler			
66	Inspección del pistón auxiliar del freno motor			
67	Desmontaje y limpieza del intercooler			
68	Reemplazo de componentes del freno motor (I) y (II)			
	SISTEMA DE REFRIGERACION			
69	Revisar tapa de radiador			
70	Enjuague a presión el radiador y cambio de refrigerante			
71	Revisión del embrague del ventilador			
72	Reemplazo del sello de aire del embrague del ventilador			
73	Chequear ajuste de abrazaderas			
74	Cambiar filtro de refrigerante			
75	Prueba de inhibidores de refrigerante			
76	Revise el exterior del panel del radiador, límpielo con solvente			
77	Revise y/o cambie los termostatos, cambiar sellos			
78	Revisar correas del ventilador (templar)			
79	Revisar conexiones, mangueras y soportes del radiador			
80	Revise estado del radiador			
81	Revisar fugas y juego de rodamientos y/o ruido bomba de agua			
82	Revise el nivel del fluido refrigerante en el radiador			
83	Revisión de presión de la tapa de tanque de expansión			
84	Examine el núcleo del radiador			
85	Engrase el conjunto de cubo del ventilador			
86	Revisar sensor térmico de acc.			
87	Reemplazar correa de ventilador			
88	Revisar fugas en la caja de termostato			
	TRANSMISIÓN			
	SISTEMA DE EMBRAGUE			
89	Revisión del juego libre del pedal de embrague/regulación			
90	Reparar, demostrar y revisar estado de disco y collarín			
	CAJA DE CAMBIOS			
91	Revisar ruidos y funcionamiento normal en la caja			
92	Revisar fugas de aceite			
93	Revisión del ventilador respiradero de la caja de cambios			

Continuación de la Tabla 18.

94	Limpieza del filtro de aire de la válvula del selector			
95	Revisar soportes			
96	Revisar palanca de caja			
97	Revisar y limpiar válvulas			
	ARBOL DE TRANSMISION			
98	Revisar estado de goma central de carda			
99	Revisar juego en dados de crucetas de cardan			
100	Desmontar y revisar crucetas de cardan, cambiar			
	EJE TRASERO (CORONAS)			
101	Revisar fugas de aceite			
102	Revisar y limpiar el respiradero			
103	Revisar ruido y funcionamiento normal			
	SISTEMA DE FRENOS			
	COMPRESORA DE AIRE			
104	Revisar y limpiar piezas del compresor de aire Bendix			
105	Revisar y/o reemplazar el gobernador de la compresora			
106	Revisar y/o reemplazar accesorios a compresor de aire			
107	Revisar y/o reemplazar la válvula principal de freno			
108	Revisar y/o reemplazar accesorios del secador de aire			
109	Revisar y/o reemplazar filtro de secador de aire			
110	Drenar agua condensada de tanques de aire			
111	Revisar fugas en las mangueras de aire			
112	Revisar fugas de aceite en las mangueras			
113	Limpieza de válvulas secadoras			
114	Limpieza de tanques de aire			
115	Apretar los pernos de montaje			
116	Reparación de la compresora de aire			
	FRENOS DE RUEDA			
117	Revisión y limpieza de fajas de freno			
118	Verificar juego libre de pedal de freno			
119	Revisión del ajustador automático de freno			
120	Revisión y limpieza de la cámara de freno			
121	Revisión de la tapa del respiradero de la cámara de freno			
122	Pruebas de funcionamiento del freno			
123	Verificar estado de conexiones y mandos de freno			
124	Verificar funcionamiento normal del brake de freno			
125	Cambio de fajas de freno ruedas delanteras			
126	Cambio de fajas de freno ruedas posteriores			
127	Revisar válvula de freno de estacionamiento remolque			
128	Cambio de bujes de eje de levas			
129	Revisión de eje de levas (reconstruir)			
130	Revisión del tambor de freno			
131	Rectificado de tambor de freno, si se necesita			
132	Revisar conexiones y cañerías			
133	Revisar presión de aire en el sistema			
	SISTEMA DE DIRECCION Y SUSPENSION			
	SUSPENSION			
134	Revisión de la suspensión delantera y posterior			
135	Revisión del torque del tornillo U, suspensión delantera			
136	Revisar amortiguadores delanteros y posteriores, cambiar			
137	Verificar gomas de soporte de cabina			
138	Revisión de grilletes de muelle delantero, cambiar			
139	Cambio de gomas de amortiguadores delanteros			
140	Cambio de gomas de amortiguadores posteriores			
141	Cambio y/o desmontaje de templadores de eje			
142	Revisión de bocinas de templadores de ejes			

Continuación de la Tabla 18.

143	Cambio de bocinas y gomas de templadores			
144	Revisión y limpieza de válvulas de presión de bolsa			
	DIRECCION			
145	Lubricación del brazo de arrastre			
146	Revisión de nivel de aceite			
147	Revisar y cambiar manguera de dirección			
148	Medir juego en brazo de dirección, rotulas y terminales			
149	Revisar juego normal del volante			
150	Revisión y ajuste de mangueras de alimentación y retorno			
151	Muestra de fluido hidráulico			
152	Revisión del torque de los tornillos del mecanismo de dirección			
153	Revisar y ajustar acople de caña de dirección			
154	Revisar ajuste de tapón de caja de dirección			
155	Revisar estado general de pines y bujes de muñón de dirección			
156	Reparación y/o cambio de bomba servo			
157	Revisión del alineamiento de ruedas eje delantero			
	RUEDAS Y NEUMATICOS			
158	Revisar presión de aire de los neumáticos			
159	Revisión de desgaste de neumáticos			
160	Revisar ajuste de tuercas de ruedas			
161	Cambio de aceite de ruedas delanteras			
162	Revisar el nivel del lubricante de los rodamientos de ruedas			
163	Revisión de niveles de aceite de cubos			
164	Cambio de retenes de ruedas delanteras y posteriores			
165	Revisión de rodajes de rueda cuando sea necesario			
	SISTEMA ELECTRICO			
	SISTEMA DE CABLEADO Y FUSIBLES			
166	Revisar el arnés de cableado (no debe haber movimiento)			
167	Revisión de todo el cableado para ver si hay fricción			
168	Manchado, repare, reexamine o reemplace según sea necesario			
169	Cerchiórese que todas las luces estén funcionando bien			
170	Revise que todas las tuercas de los terminales estén ajustadas			
171	Revise que todos los relevadores estén asentados firmemente			
172	Revise el cableado del calentador/aire acondicionado			
173	Revise las conexiones eléctricas en el bosque de empalme			
174	Verificar estado de funcionamiento de relays			
175	Revisar caja de fusibles			
	INSTRUMENTOS			
176	Revisar normal funcionamiento de instrumentos de tablero			
177	Limpieza del sensor del nivel del líquido refrigerante			
	BATERIA			
178	Revisión y limpieza de la batería, del soporte y de cables			
179	Revise los terminales en el interruptor de cierre de la batería			
180	Revise el nivel de carga de la batería			
181	Cambio batería si se necesita			
	ALTERNADOR			
182	Desmontar y efectuar cambiar rodajes y carbones			
183	Revise el ajuste del soporte de montaje del alternador			
184	Cambio de correa de alternador			
	MOTOR DE ARRANQUE			
185	Desmontar y efectuar cambiar rodajes, bendix y carbones			
186	Revisar funcionamiento y conexiones motor de arranque			
187	Revisar ajuste de tuercas de sujeción de motor de arranque			
	SISTEMA DE ILUMINACION			
188	Revisión del sistema de iluminación			

Continuación de la Tabla 18.

189	Ajuste y revisión del enfoque de faros y neblineros			
ACCESORIOS				
190	Revisar funcionamiento de aire acondicionado			
191	Revisar funcionamiento de radio			
192	Revisar estado de parlantes			
193	Revisar estado de plumillas			
194	Revisar funcionamiento de limpiaparabrisas			
195	Revisar funcionamiento de trabas de corona			
196	Revisión de manguera y conexiones			
197	Revisar funcionamiento de claxon			
BASTIDOR – CARROCERIA - CABINA				
198	Revisar daños exteriores, ajuste y fijación de cabina			
199	Revisión del forro del capo y del aislamiento de guardafango			
200	Limpieza del forro del capo y del aislamiento de guardafango			
201	Revisión del torque el sujetador del chasis			
202	Reajuste general de pernos de chasis y carrocería			
203	Revisar y/o reparar elevador de cristales			
204	Revisión y mantenimiento de chapas de puerta			
205	Revisión de accionamientos eléctricos			
206	Inspección del mecanismo de seguridad de la quinta rueda			
207	Desmontaje de quinta rueda, cambio de gomas			
SISTEMA DE CONTROL ELECTRONICO				
208	Revisión y limpieza de conectores electrónicos (sensores)			
209	Revisión de arnés de cableado del motor			
OBSERVACIONES Y TRABAJOS PENDIENTES (llenado por el técnico)				
REALIZADO:		FIRMA:		
RECEPCION:		FIRMA:		

Fuente: Elaboración propia

5.12.2 Plan de mantenimiento en Excel

Según Lorival Augusto Tavares (2000), se llama programa de mantenimiento preventivo al proceso de correlación de los códigos de los equipos con la periodicidad, cronogramas de ejecución de las actividades programadas, instrucciones del mantenimiento, datos de medición, centros de costos, códigos de material y cualquier otro dato.

Elaborado específicamente para atender las actividades que se deben realizar para el mantenimiento estratégico basado según la ruta que tiene la empresa de transporte de carga de servicio pesado, este plan de mantenimiento se estudia y se analiza el recorrido por kilómetro que recorre cada unidad al mes y medio es de 10000 a 11500 km.



Tabla 19. Programa de mantenimiento de Tractos T660

COD	KM ACTUAL	FECHA ACTUAL	10,000 Kilometros PM1							50,000 Kilometros PM2						
			ULTIMO CAMBIO	LECTURAS		KM / DIA	DIAS CAMBIO	KM FALTANT	FECHA CAMBIO	ULTIMO CAMBIO	LECTURAS		KM/DIA	DIAS CAMBIO	KM FALTANT	FECHA CAMBIO
K-1	150,662	21/03/16	04/02/16	138,142	148,142	310	-9	(2,520)	25-mar-16	16/01/15	138,142	188,142	310	121	37,480	20-jul-16
K-2	137,119	20/03/16	22/03/15	125,849	135,849	310	-5	(1,270)	25-mar-16	21/12/14	125,849	175,849	310	125	38,730	23-jul-16
K-3	128,107	11/03/16	02/02/15	125,332	135,332	310	24	7,225	04-abr-16	02/02/15	125,332	175,332	310	153	47,225	11-ago-16
K-4	136,259	21/03/16	26/03/15	130,584	140,584	310	14	4,325	04-abr-16	26/03/15	130,584	180,584	310	143	44,325	11-ago-16
K-5	165,103	21/03/16	17/03/15	155,688	165,688	310	2	585	25-mar-16	17/03/15	155,688	205,688	310	131	40,585	30-jul-16
K-6	119,150	21/03/16	13/02/15	109,270	119,270	310	1	120	25-mar-16	11/08/14	109,270	159,270	310	130	40,120	29-jul-16
K-7	123,725	20/03/16	15/04/15	116,540	126,540	310	10	2,815	30-mar-16	22/01/15	116,540	166,540	310	139	42,815	06-ago-16
K-8	162,493	17/03/16	11/04/15	159,239	169,239	310	22	6,746	08-abr-16	11/04/15	159,239	209,239	310	151	46,746	15-ago-16
K-9	173,374	21/03/16	23/04/15	170,323	180,323	310	23	6,949	13-abr-16	05/02/15	170,323	220,323	310	152	46,949	20-ago-16
K-10	127,755	21/03/16	14/04/15	120,200	130,200	310	8	2,445	29-mar-16	21/01/15	120,200	170,200	310	137	42,445	05-ago-16
K-11	162,015	04/02/16	26/11/14	156,835	166,835	160	31	4,820	25-mar-16	26/11/14	156,835	206,835	160	281	44,820	11-nov-16
K-12	462,803	14/03/16	09/04/15	461,798	471,798	290	32	8,995	15-abr-16	09/04/15	461,798	511,798	290	169	48,995	30-ago-16
K-13	387,894	12/03/16	24/03/15	374,915	384,915	290	-11	(2,979)	25-mar-16	13/01/15		424,915	290	128	37,021	18-jul-16
K-14	524,582	14/03/16	05/02/15	517,174	527,174	290	9	2,592	25-mar-16	05/02/15	517,174	567,174	290	147	42,592	08-ago-16
K-15	579,836	14/03/16	23/02/15	571,142	581,142	290	5	1,306	25-mar-16	23/02/15	571,142	621,142	290	143	41,306	04-ago-16
K-16	493,864	14/03/16	12/02/15	486,406	496,406	290	9	2,542	25-mar-16	24/11/14	486,406	536,406	290	147	42,542	08-ago-16
K-17	439,480	14/03/16	23/01/15	425,124	435,124	290	-16	(4,356)	25-mar-16	23/01/15	425,124	475,124	290	123	35,644	15-jul-16
K-18	439,480	14/03/16	23/03/15	476,864	486,864	290	164	47,384	25-ago-16	18/12/14	476,864	526,864	290	302	87,384	10-ene-17
K-19	467,210	14/03/16	23/04/15	451,895	461,895	290	-19	(5,315)	25-mar-16	08/01/15	451,895	501,895	290	120	34,685	12-jul-16
K-20	315,157	17/02/16	15/12/14	312,465	322,465	290	26	7,308	25-mar-16	07/08/14	312,465	362,465	290	164	47,308	30-jul-16

Continuación de la Tabla 19.



COD	KM ACTUAL	FECHA ACTUAL	ULTIMO CAMBIO	100,000 KM SERVICIO PM3						200000 KM SERVICIO PM4						
				LECTURAS		KM / DIA	DIAS CAMBIO	KM FALTANT	FECHA CAMBIO	ULTIMO CAMBIO	LECTURAS		KM/DIA	DIAS CAMBIO	KM FALTANT	FECHA CAMBIO
K-1	150,662	21/03/16	16/01/15	138,142	238,142	310	283	87,480	29-dic-16	16/01/13	138,142	338,142	310	605	187,480	16-nov-17
K-2	137,119	20/03/16	21/12/14	125,849	225,849	310	287	88,730	01-ene-17	17/06/14	125,849	325,849	310	609	188,730	19-nov-17
K-3	128,107	11/03/16	02/02/15	125,332	225,332	310	314	97,225	19-ene-17	18/04/14	125,332	325,332	310	637	197,225	08-dic-17
K-4	136,259	21/03/16	26/11/14	130,584	230,584	310	305	94,325	20-ene-17	19/01/15	130,584	330,584	310	627	194,325	08-dic-17
K-5	165,103	21/03/16	16/11/14	155,688	255,688	310	293	90,585	08-ene-17	20/06/14	155,688	355,688	310	615	190,585	26-nov-17
K-6	119,150	21/03/16	15/15/15	109,270	209,270	310	291	90,120	06-ene-17	21/02/14	109,270	309,270	310	614	190,120	25-nov-17
K-7	123,725	20/03/16	22/01/15	116,540	216,540	310	300	92,815	14-ene-17	22/06/14	116,540	316,540	310	622	192,815	02-dic-17
K-8	162,493	17/03/16	24/11/14	159,239	259,239	310	313	96,746	24-ene-17	23/06/14	159,239	359,239	310	635	196,746	12-dic-17
K-9	173,374	21/03/16	22/09/14	170,323	270,323	310	313	96,949	28-ene-17	24/06/14	170,323	370,323	310	636	196,949	17-dic-17
K-10	127,755	21/03/16	21/01/15	120,200	220,200	310	299	92,445	14-ene-17	25/06/14	120,200	320,200	310	621	192,445	02-dic-17
K-11	162,015	04/02/16	26/11/14	156,835	256,835	160	593	94,820	19-sep-17	26/06/13	156,835	356,835	160	1218	194,820	06-jun-19
K-12	462,803	14/03/16	16/12/14	461,798	561,798	290	342	98,995	19-feb-17	16/12/14	461,798	661,798	290	687	198,995	30-ene-18
K-13	387,894	12/03/16	13/01/15	374,915	474,915	290	301	87,021	07-ene-17	30/12/14	374,915	574,915	290	645	187,021	17-dic-17
K-14	524,582	14/03/16	05/02/15	517,174	617,174	290	320	92,592	28-ene-17	20/06/14	517,174	717,174	290	665	192,592	08-ene-18
K-15	579,836	14/03/16	23/02/15	571,142	671,142	290	315	91,306	23-ene-17	23/02/15	571,142	771,142	290	660	191,306	03-ene-18
K-16	493,864	14/03/16	16/05/14	486,406	586,406	290	320	92,542	28-ene-17	16/05/14	486,406	686,406	290	664	192,542	07-ene-18
K-17	439,480	14/03/16	20/09/14	425,124	525,124	290	296	85,644	04-ene-17	20/09/14	425,124	625,124	290	641	185,644	15-dic-17
K-18	439,480	14/03/16	04/09/14	476,864	576,864	290	474	137,384	01-jul-17	04/09/14	476,864	676,864	290	819	237,384	11-jun-18
K-19	467,210	14/03/16	19/07/14	451,895	551,895	290	293	84,685	01-ene-17	21/02/13	451,895	651,895	290	637	184,685	11-dic-17
K-20	315,157	17/02/16	25/05/14	312,465	412,465	290	336	97,308	18-ene-17	22/12/13	312,465	512,465	290	681	197,308	29-dic-17

Fuente: Elaboración propia

5.12.3 Indicadores de gestión del mantenimiento

Según José Luis Arques Paton (2009), determinar indicadores de mantenimiento no es tarea fácil, dada la enorme diversidad de indicadores existentes, por ello recomienda establecer inicialmente el criterio que debe facilitar su generación, también los indicadores no deben ser muy numerosos y además, deben estar relacionados con el modelo de gestión diseñado.

Se calculará los principales:

Disponibilidad mecánica

Muestra la disponibilidad del equipo en relación al tiempo perdido por razones mecánicas:

$$DM = \frac{HRS.Trabajadas}{HRS . Trabajadas + HR reparacion} \quad (6)$$

De la tabla 20 la unidad k-1 tuvo un total de 349,30 horas trabajadas; además las horas de reparación son la suma de las horas de paradas más las horas por correctivo que es igual a 73,81.

$$DM = \frac{349,30}{349,30 + 73,81}$$

$$DM = 83,38 \%$$

La Disponibilidad Física Muestra la disponibilidad operacional total y toma en cuenta el tiempo perdido por cualquier razón.

Para las horas programadas se toma en cuenta el número de días del mes por las horas laborables que sería $31 * 20 = 620$

$$DF = \frac{HRS. programadas - (HR. paradas + HR. calentamiento)}{HR programadas} \quad (7)$$

$$DF = \frac{620 - (58,69 + 10,91)}{620}$$

$$DF = 88,77 \%$$

De la ecuación (2) calculamos el tiempo promedio entre fallas

$$MTBF = \frac{349,30}{10}$$

$$DF = 34,93 \%$$

De la ecuación (3) calculamos el tiempo promedio entre reparaciones

$$MTRR = \frac{16,12}{10}$$

$$MTTR = 1,61$$

Calculando la utilización del equipo de la ecuación (4)

$$Utilizacion = \frac{349,30}{620 - (58,69 + 10,91)}$$

$$Utilizacion = 63,46 \%$$

Calculando la confiabilidad de la ecuación (5)

$$Confiabilidad = e^{-20/34,93}$$

$$Confiabilidad = 56,41 \%$$

Tabla 20. Indicadores de Gestión de Mantenimiento en Transportes Hagemsa S.A.C..

MES	DICIEMBRE	
FECHA INICIAL	2015-11-24	
FECHA FINAL	2015-12-25	
DIAS TRABAJADOS	31 DIAS	
HORAS PROG.	620	

EQUIPO	HRS TRABAJADAS	DISP. FISICA	DISP. MEC	UTILIZACION	CONFIABILIDAD	MTBF	MTTR	Hora Parada. Tota.	Par.O. T.CAL.	Nro. Paradas(24)	HOR PAR. CORRECT	NRO. PAR. CORRE. NP
K-1	349,30	88,77 %	83,38 %	63,46 %	56,41 %	34,93	1,61	58,69	10,91	19,00	16,12	10,00
K-2	55,00	97,40 %	77,36 %	9,11 %	23,35 %	13,75	0,54	13,85	2,25	15,00	2,17	4,00
K-3	260,40	86,44 %	75,59 %	48,59 %	42,96 %	23,67	0,47	72,73	11,36	28,00	5,13	11,00
K-4	222,60	77,61 %	61,59 %	46,26 %	76,37 %	74,20	6,28	131,10	7,70	15,00	18,83	3,00
K-5	285,10	78,87 %	68,51 %	58,30 %	46,22 %	25,92	0,57	122,39	8,63	42,00	6,30	11,00
K-6	518,10	91,47 %	90,74 %	91,36 %	67,98 %	51,81	0,24	38,32	14,56	43,00	2,38	10,00
K-7	346,80	69,84 %	64,97 %	80,09 %	66,78 %	49,54	0,47	176,92	10,07	26,00	3,28	7,00
K-8	196,40	72,45 %	53,48 %	43,72 %	73,68 %	65,47	54,31	165,28	5,54	16,00	162,94	3,00
K-9	536,30	91,81 %	91,35 %	94,22 %	74,20 %	67,04	1,12	35,87	14,92	30,00	8,93	8,00
K-10	477,70	83,50 %	82,36 %	92,28 %	77,79 %	79,62	0,76	89,92	12,40	19,00	4,58	6,00
K-11	339,60	77,98 %	71,33 %	70,24 %	58,86 %	37,73	1,79	125,01	11,52	23,00	16,08	9,00
K-12	86,30	97,89 %	86,86 %	14,22 %	49,89 %	28,77	3,31	10,50	2,56	4,00	9,92	3,00
K-13	400,50	94,54 %	92,20 %	68,33 %	49,70 %	28,61	1,09	20,92	12,95	28,00	15,25	14,00
K-14	429,30	87,75 %	84,97 %	78,91 %	65,75 %	47,70	4,50	62,28	13,67	25,00	40,53	900
K-15	38,10	99,66 %	94,81 %	6,17 %	59,16 %	38,10	0,50	0,67	1,42	2,00	0,50	1,00
K-16	362,10	92,58 %	88,73 %	63,08 %	51,54 %	30,18	0,50	34,49	11,51	28,00	6,02	12,00
K-17	439,20	90,91 %	88,63 %	77,92 %	76,09 %	73,20	0,41	44,09	12,28	17,00	2,47	6,00
K-18	547,90	95,90 %	95,56 %	92,15 %	72,00 %	60,88	0,39	10,52	14,92	24,00	3,55	9,00
K-19	481,70	91,06 %	89,68 %	85,32 %	68,82 %	53,52	0,42	40,39	15,04	25,00	3,75	9,00
K-20	477,10	89,15 %	87,64 %	86,32 %	68,57 %	53,01	1,96	52,65	14,62	25,00	17,67	9,00

Fuente: Elaboración propia

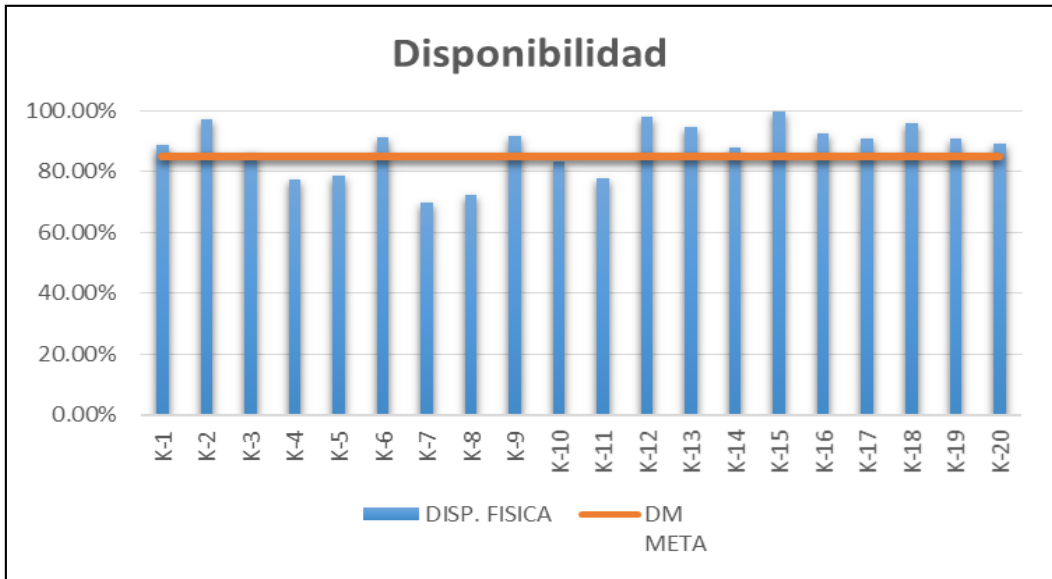


Figura 33. Disponibilidad operacional

Fuente: Elaboración propia

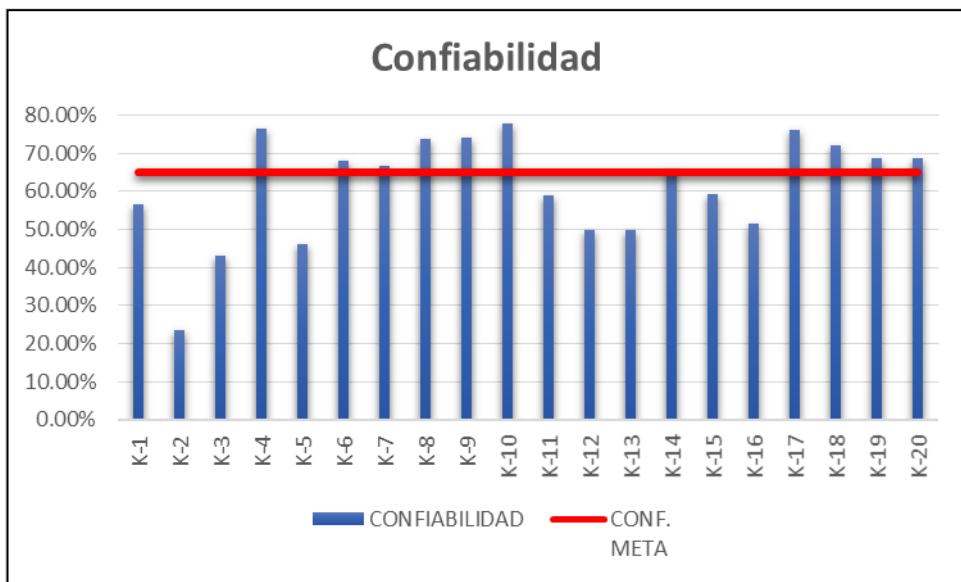


Figura 34. Confiabilidad operacional

Fuente: Elaboración propia

5.12.4 Análisis de aceite

Se hace con base en el análisis físico químico del aceite, el cual permite conocer el estado de desgaste del motor. Se registra:

- Partículas metálicas de la fricción de las partes mecánicas que no están protegidas por filtración
- Residuos sólidos o líquidos de la combustión, tales como agua, diesel, hollín, etc. -
- Residuos sólidos o líquidos externos, tales como polvo, agua de condensación etc.
- La validez y la calidad del análisis está condicionada de la base de datos históricos de los vehículos de la empresa.

Tabla 21. Elementos de desgaste en el motor

Análisis de aceite

Elemento	Motor	Aceite	Contaminación
Hierro	Camisas Anillos Cadena de distribución Cigüeñal		
Plomo	Cojinetes (diesel)		Combustible
Cobre	Cojinetes (diesel) Bielas		
Estaño	Cojinetes (gasolina) bielas árbol de levas		
Cromo	Anillos		
Molibdeno	Anillos	MoS ₂	
Aluminio	Pistones cojinetes (gasolina)		
Níquel	Válvulas		
Silicio	Pistones		Polvo anticongelante
Calcio		Detergente	
Magnesio		Detergente	
Sodio		Antioxidante	Anticongelante
Zinc		Antidesgaste	
Fósforo		Antidesgaste	
Boro			Anticongelante
Hollín			Combustión
Dilución			Inyección
Agua			fugas, condensación

Fuente: eduardono.com/site/Lubricantes/mointerpretarunan%C3%A1lisisdeaceite.aspx

Tabla 22. Análisis de aceite

Motor: c-15
Marca: Cat
Modelo: kenworth T660
Capacidad: 10 galones
Aceite: 10w-30

CONDICION:	NORMAL
	ALERTA
	CRITICO

Observaciones: Hierro/Cobre se encuentra ligeramente elevado. Los resultados se encuentran dentro de los parametros establecidos.

Recomendaciones: Revisar desgaste de HIERRO:
 CIGÜEÑAL/VÁLVULAS, COBRE :BUJES /EJE DE RODILLOS
 SEGUIDOR DE LEVAS

Limites ----->	Minimo	Máximo	INFORME DE RESULTADOS					
NUMERO REFERENCIA LAB.			13-08-15	07-09-15	25-09-15	15-10-15	08-11-15	28-11-15
FECHA TOMADA			22-08-15	21-09-15	16-10-15	27-10-15	16-11-15	04-12-15
FECHA RECIBIDA			25-08-15	24-09-15	19-10-15	30-10-15	19-11-15	07-12-15
LUBRICANTE EN USO								
HORAS DEL LUBRICANTE			254	253	235	292	249	248
LECTURA DEL HOROMETRO			14130	14383	14618	14910	15159	15407
LUBRICANTE SUPLEMENTADO			0	0	0	1,5	1	0
PRUEBAS FISICO-QUIMICAS & FTIR								
VISCOSIDAD 40° C cSt								
VISCOSIDAD 100° C cSt	12,16	16,45	13,4	13,0	13,2	13,3	13,6	14,0
T.N.A. mgKOH/g		3						
T.N.B. mgKOH/g	5		9,6	9,6	9,5	9,6	9,8	10,2
OXIDACION (abs/mm2)		35	11,3	13,2	11,9	12,3	12,0	11,7
AGUA (ppm)		0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NITRACION (abs/mm2)		30	4,9	5,5	5,1	5,2	5,1	5,0
SULFATACION (abs/mm ²)		40	18,5	18,9	18,5	18,9	18,4	18,0
HOLLIN (%wt)		3	0,9	1,0	0,8	0,8	0,8	0,9
METALES DE DESGASTE								
			(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
HIERRO		100	24	34	30	33	33	34
ALUMINIO		20	2	2	2	2	2	1
COBRE		50	10	11	10	10	8	8
CROMO		15	0	0	0	0	1	1
ESTAÑO		20	0	0	0	0	0	0
PLOMO		40	2	3	3	3	2	2
MOLIBDENO			9	9	9	9	9	9
NIQUEL			1	0	0	0	0	0
PLATA			0	0	0	0	0	0
TITANIO			0	0	0	0	0	0
MANGANESO			1	1	1	1	0	0
CADMIO			0	0	0	0	0	0
METALES CONTAMINACION								
			(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
SILICIO		30	6	8	6	6	8	5
SODIO		50	2	2	2	2	2	2
POTASIO			1	1	1	1	1	1
BORO			1	1	1	1	0	0
VANADIO			1	0	1	1	1	1
METALES ADITIVOS								
			(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
CALCIO			1595	1395	1444	1498	1379	1308
MAGNESIO			1201	1203	1182	1194	1271	1158
ZINC			1887	1640	1690	1674	1653	1426
FOSFORO			1198	1160	1149	1167	1232	1114
BARIO			0	0	0	0	0	0

Nota: Los valores condenatorios máximos y mínimos dados solo se deberan de tomar como referencia, consultar al fabricante de la maquinaria para obtener los valores correspondientes.

Fuente: Laboratorio Mur-wy juliaca

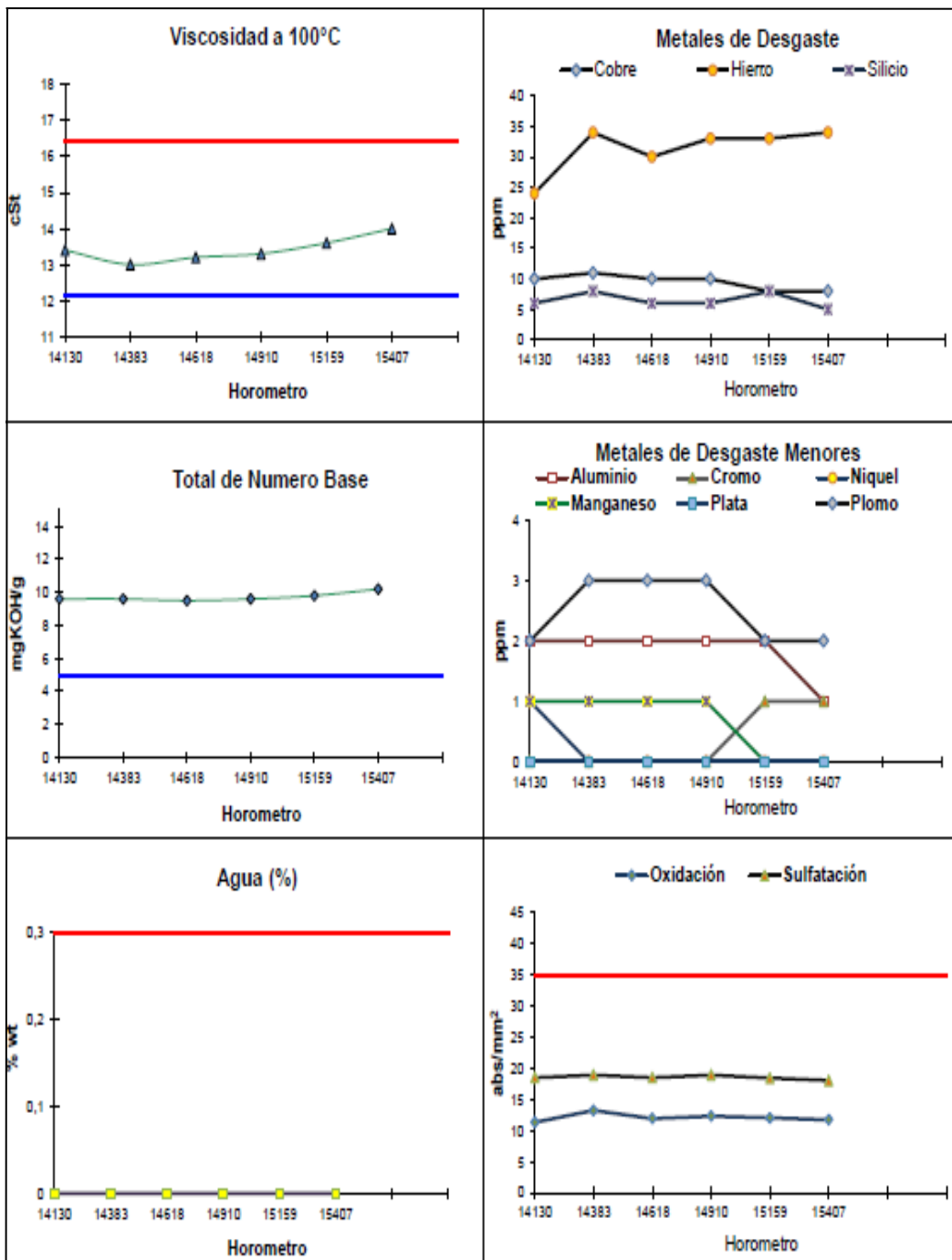


Figura 35. Resultado de análisis de aceite

Fuente: Laboratorio Mur-wy juliaca

5.12.5 Análisis vibracional en Tractocamiones

La simulación de la vibración, ya sea a través de un programa de cómputo o de equipo de vibración, permite tener condiciones controladas del proceso de vibración. Estas condiciones ayudan a identificar intervalos de frecuencias y amplitudes a las que las cargas están expuestas durante el transporte y a la vez, identificar aquellas con posibilidad de producir daño mecánico.

La simulación con programas de computadora proporciona un primer acercamiento del proceso vibratorio. Los resultados de este acercamiento numérico sirven de base para realizar estudios más elaborados, sobre todo para identificar los posibles patrones de vibración en un vehículo o configuración vehicular particular, o cuando se carece de equipos e instrumentos adecuados para realizar pruebas de campo. La ventaja de ejecutar pruebas de vibración, es la capacidad de controlar los patrones de vibración, tanto individuales como combinados, tomados de mediciones sobre un vehículo en condiciones de operación reales. Esto permite determinar o verificar las posibles relaciones entre daño y vibración de manera experimental.

5.12.5.1 Vibración en el sistema de suspensión

Puesto que las suspensiones de los vehículos son los sistemas con mayor responsabilidad en la atenuación de las vibraciones, producidas

por el camino y la forma de operación del vehículo, los análisis de simulación se encaminan con un enfoque especial a estos componentes.

Los modelos de simulación permiten determinar no sólo la respuesta preliminar de un tipo de suspensión, sino la combinación de varios tipos en un solo vehículo. Además, los resultados de estos análisis pueden sugerir los puntos más adecuados para la instrumentación, para el caso de requerirse medir vibración en un vehículo real, lo que a su vez, arrojaría datos para la validación de los modelos. Vibración Durante el Transporte. Como una secuencia en la investigación de la vibración en el transporte, los resultados de la simulación pueden dar la pauta para definir las características de la vibración, aplicables en un sistema de vibración de laboratorio.

Estas características permitirían particularizar el efecto sobre componentes modulares de la carga, ya sea una estiba, una caja, o un conjunto de componentes a granel. La magnitud del daño por magullamiento de componentes se debe principalmente al número de veces que una fuerza se aplica en la misma zona, más que a la magnitud de ésta, mientras que en otras sería menos importante la frecuencia del impacto, pero resaltaría la magnitud de la fuerza. En el caso específico en el Perú, se emplean vehículos de transporte pesado equipados ya sea con suspensión de aire, de muelles o híbridas. En el caso de vehículos

articulados, es común encontrar que el tractor tenga suspensión de aire y los semi-remolques de muelles, o viceversa.

El procedimiento para medir la vibración en el transporte consiste en instrumentar el vehículo de prueba con sensores de aceleración en los puntos de interés. Las mediciones de vibración se realizan cuando el vehículo recorre un trayecto del viaje. No debe perderse de vista que el objetivo de la medición es identificar las frecuencias y amplitudes de vibración, que se manifiestan con mayor intensidad en el vehículo durante el transporte.

5.12.5.2 Puntos a medir la vibracional en Tractocamiones

La primera decisión que debe tomarse es definir qué puntos del vehículo deben instrumentarse, en qué dirección y cuántos son necesarios. Obviamente, esta decisión parte de consideraciones previas sobre modelaciones numéricas, el tipo de vehículo, el arreglo o distribución del producto para el transporte (a granel, en estibas o en empaques individuales), así como el acomodo de los empaques. Normalmente, se trata de identificar aquellos lugares sobre la plataforma del vehículo que presenten las mayores amplitudes de movimiento, siendo común la parte posterior en la dirección vertical, o si la plataforma no es muy rígida, la parte central.

Otros criterios de selección de los puntos parten de los antecedentes de viajes anteriores con el mismo tipo de carga y de vehículo. Los antecedentes pueden proporcionar información para determinar las zonas donde se presenta la mayor cantidad de daño e identificar el tipo de daño que pueda ser debido a la vibración, sea éste por aplastamiento, por fricción o por impacto. Como información complementaria para la interpretación de los resultados, se debe tomar nota de las características geométricas y mecánicas del vehículo y sus componentes principales, como llantas, suspensión, plataforma y, de ser posible, algunos aspectos de la operación por parte del conductor.

Una vez seleccionados los puntos donde se colocarán los acelerómetros, se prepara la superficie o algún elemento para asegurar que el acelerómetro permanezca fijo al punto de instrumentación. Aunque la mayoría de los acelerómetros pueden ser fijados por medio de una base magnética o atornillada a la estructura (Figura 36).



Figura 36. Acelerómetro fijo a la estructura de base atornillada
Fuente: <http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica>

Resueltos los aspectos anteriores, colocados el resto de los instrumentos y equipos en lugares seguros y hechos las conexiones adecuadas, entonces se deben establecer los parámetros de control para la adquisición de los datos.

Para ilustrar la modelación de los tipos de suspensiones y su aplicación en diversas configuraciones vehiculares, se presenta someramente la simulación del comportamiento de una suspensión de aire y otra de muelles. Estas suspensiones se modelan en un vehículo unitario tipo C3 (camión de 3 ejes, eje direccional y tándem trasero) y en un vehículo articulado tipo T3-S2 (combinación de 5 ejes, 3 en el tractor y un tándem en el semi-remolque).

Como ejemplos de resultados de la simulación, se puede obtener el desplazamiento y la aceleración del compartimiento de carga. Para estos casos, se utilizó un programa comercial de simulación de dinámica del cuerpo rígido con representación en un plano.

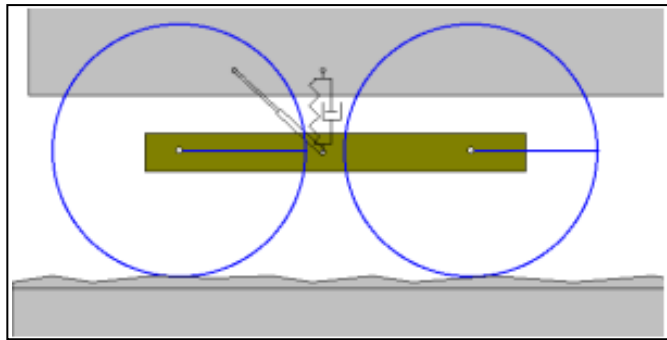


Figura 37. Modelo de suspensión de muelles tipo "walking beam".
Fuente: <http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica>

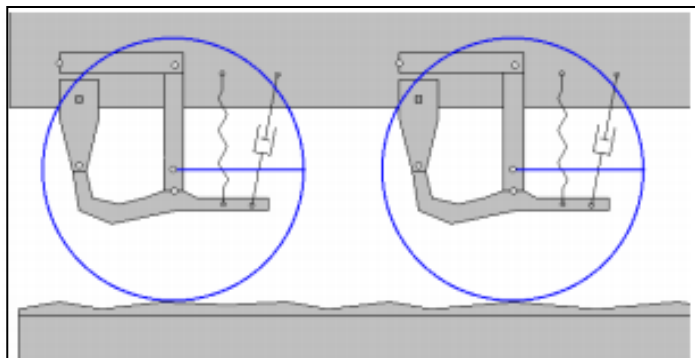


Figura 38. Modelo de Suspensión de aire en los ejes de carga
<http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt188.pdf>

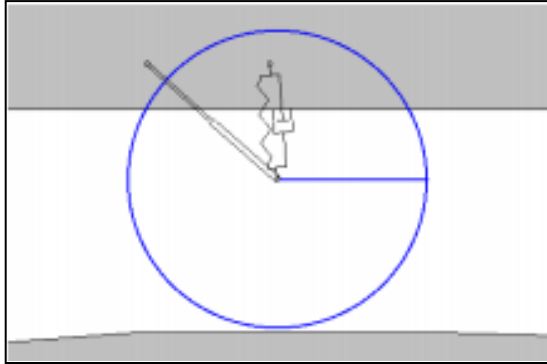


Figura 39. Modelo de suspensión de muelles

Fuente: <http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica>

La suspensión de muelles que se tomó como referencia es la llamada "walking beam" (Figura 37), mientras que la suspensión de aire corresponde al tipo de ejes de carga (Figura 38). Para todos los casos, la suspensión delantera aplicada a las configuraciones sobre el eje direccional, es del tipo de muelles, como el representado en la Figura 40.

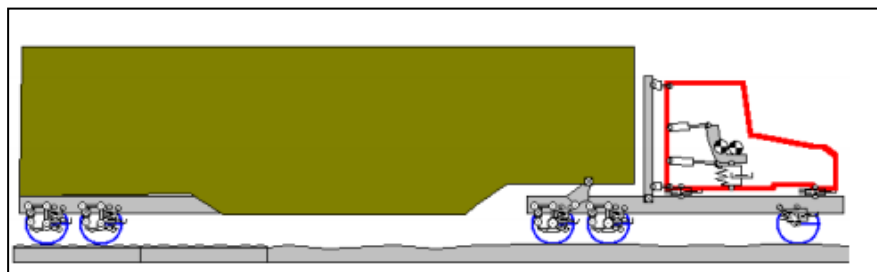


Figura 40. Vehículo articulado T3S2 con suspensión de muelles y aire

Fuente: <http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt188.pdf>

Así, el tipo de resultados que se desprenden de la simulación del movimiento de estos modelos, suponiendo una velocidad de

desplazamiento de 60 km/h, con el vehículo describiendo una trayectoria rectilínea sobre un camino con un perfil rugoso como el mostrado en la figura anterior, para aproximadamente 110 m de recorrido [9].

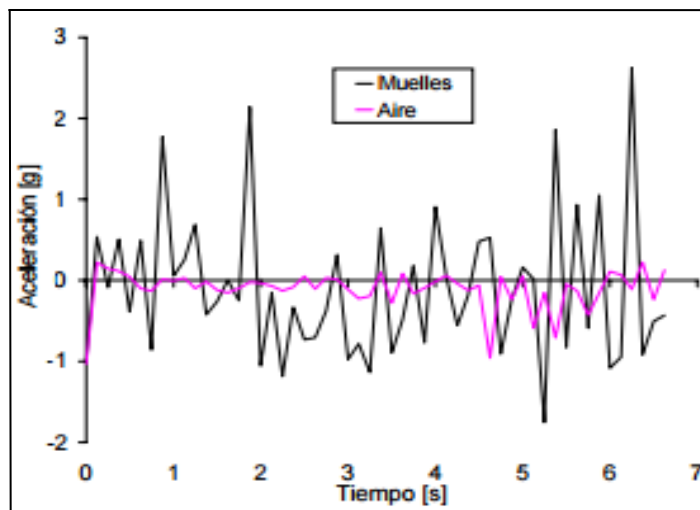


Figura 41. Aceleración en el comportamiento de carga

Fuente: <http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt188.pdf>

Aunque estos resultados muestran comparativamente el movimiento resultante en el compartimiento de carga, se pueden observar tendencias que podrían utilizarse como punto de partida para pruebas de vibración en campo o en laboratorio.

Estos datos pueden requerir un tratamiento más elaborado para identificar las frecuencias y amplitudes a partir de la historia de la aceleración, como es el caso de la aplicación de las series de Fourier y sus diversos algoritmos.

5.12.6 Tiempo de vida de los componentes del motor

La vida del motor depende de la funcionalidad de todos los componentes del sistema al 100 % de su capacidad. No se puede anular partes del sistema y esperar los mismos resultados.

Tabla 23. Tiempo de vida de los componentes del motor C15

Equipo	T-660		
Marca	Kenworth		
Grupo	Componente	Cant.	Vida útil (HR)
Sistema Motor	Motor Acert C15	1	24000
	Inyectores	6	24000
	ECM	1	30000
	Bomba de Aceite	1	30000
	Bomba de Transferencia	1	24000
	Culata	1	24000
	Metales de biela y bancada	1	24000
	Radiador	1	30000
	Aftercooler	1	30000
	Enfriador de Aceite	1	24000
	Turbo	1	10000
	Bomba de Agua	1	24000
	Termostatos	1	24000
	Faja de Alternador	1	8000
	Alternador	1	8000
	Arrancador	1	8000

Fuente: Elaboración propia

5.12.7 Software de mantenimiento

Las fallas en los motores diesel cummis isx y motores cat se puede solucionar mediante este cuadro de soluciones.

Tabla 24. Solución de problemas básicos del motor

Solución de problemas básicos unidad de potencia			
Componente	Modo de falla	Causado por	Lo que se debe hacer
Motor	Humo Blanco	Baja presión de compresión	Programar mantenimiento para reparación.
		Inyectores Defectuosos	Programar mantenimiento para revisión y ajuste.
		Demasiado Avance de la inyección	Programar mantenimiento para revisión y ajuste.
	Humo Negro	Filtro de aire sucio	Limpiar y/o Cambiar Filtro de aire.
		Inyección retrasada	Programar mantenimiento para revisión y ajuste.
		Baja presión de carga	Revisar Turbo cargador
	Motor Cascabelea	Tiempo muy adelantado	Revisar el tiempo del motor.
		Depósitos excesivos de carbón en las cámaras de combustión	Programar para revisión.
	Elevado Consumo de aceite	Nivel de aceite muy elevado	Colocar el nivel adecuado.
		Baja viscosidad de aceite	Revisar Programa para cambio de aceite.

Continuación de la Tabla 24

	Elevado Consumo de aceite	Fuga de aceite por el carter	Revisar empaque de carter.
		Humo negro en el escape	Revisar Programa para overhaul.
		Fugas externas de aceite	Revisar y corregir las fugas.
		Cilindro y anillos desgastados	Revisar programa y tiempo de vida de componentes
Solución de problemas básicos de los sistemas de enfriamiento			
Bomba de agua y correas	El motor se recalienta	Bomba de agua defectuosa	Hacer o cambiar la bomba de agua.
		Correas flojas o rotas	Apriete y/o cambiar correas.
Radiador	El motor se recalienta	Incrustaciones en el radiador	Limpiar radiador.
		Nivel de agua o refrigerante muy baja	Revise y corrija el nivel.
		Mangueras del radiador defectuosas.	Cambiar la manguera.
		Sistema de enfriamiento tapado	Vacíe el refrigerante y lave el radiador.

Fuente: Caterpillar Electronic Technician (Cat ET) Para motores cat – c15

ET es el software de diagnóstico requerido para comunicar, para diagnosticar y para mantener los motores y las máquinas de Caterpillar, proporciona actualizaciones en tiempo real del estado de la máquina, tan bien como códigos de diagnóstico y del acontecimiento, y pasos esto al sistema del acoplamiento de Caterpillar, permitiéndolo reparar problemas rápidamente.

Funciones del ET

- Ver el estado de un grupo de parámetros (temperaturas, presiones, etc.) simultáneamente
- Registrar datos de rendimiento
- Generar gráficos de un grupo de parámetros de estado
- Ver la configuración actual de un ECM
- Realizar pruebas de diagnóstico
- Hacer calibraciones

ESA es una herramienta de diagnóstico para motores cummis isx que detecta los códigos de fallos y ayuda a solucionar el nuevo sistema eléctrico multiplexado. Comunica la ESA más de un adaptador de enlace de datos (DLA) al vehículo ECU. ESA:

- Comprobar la funcionalidad de instrumentación
- Leer los códigos de avería de componentes

La siguiente tabla proporciona una lista de posibles ECU códigos de diagnóstico de problemas (DTC) y enlaces a sus procedimientos de solución de problemas correspondientes.

Tabla 25. Códigos de fallas

DTC	Sistema	Descripción	Solución
1603	Restricción del filtro de combustible.	Abrir una restricción del filtro de combustible Circuito	Este DTC se registrará cuando la unidad de control ve abierto un corto a masa en el sensor de obstrucción del filtro de combustible de entrada. Algunas de las posibles causas de esto son un cable roto, corroído o el conector del sensor desconectado. Los cableado para este sensor se extiende desde el modo a través del chasis arnés del chasis y el remitente a la extensión del arnés, Sensor en el filtro de combustible.
1604	Restricción del filtro de combustible.	Corto en la restricción del filtro de combustible Circuito	Este DTC se registrará cuando la unidad de control ve un corto a + 5V en la entrada del sensor de obstrucción del filtro de combustible. Algunas posibles causas de esto son un alambre pellizcado, agua en un conector, o fallo del sensor. El cableado para este sensor se ejecuta desde el modo de chasis a través del arnés del chasis y remitente extensión arnés para el sensor en el filtro de combustible.
7703	Temperatura Impulsión posterior	Abrir el aceite de los ejes de tracción trasera circuito de temperatura	Este DTC se registrará cuando la unidad de control ve una entrada del sensor de temperatura del aceite del eje de transmisión trasero. Algunas de las posibles causas de esto son un cable roto, corroído o el conector del sensor desconectado. El cableado para este sensor se extiende desde el nodo de chasis a través del chasis arnés y el arnés de eje trasero para el sensor en la parte posterior del eje.
7803	Aceite de los ejes Temperatura	Aceite de los ejes Temperatura en el Centro / Eje de dirección circuito de temperatura del aceite	Este DTC se registrará cuando la unidad de control ve en abrir la entrada del sensor de temperatura del aceite del eje de accionamiento central. Algunas de las posibles causas de esto son un cable roto, corroído o el conector, o fallo del sensor desconectado. El cableado para este sensor se extiende desde el modo de chasis y el sensor esta en el centro del eje.
8409	Rueda-Basado Mensaje velocidad	Rueda de velocidad del vehículo base mensaje faltante	Este DTC se registrará cuando la unidad de control hace que el mensaje de ruedas base de velocidad del vehículo a partir del motor, o cuando el mensaje ha agotado el tiempo. Algunas posibles causas para esto incluyen cableado defectuoso en el motor controlador, programación incorrecta del motor o un motor defectuoso controlador.

Continuación de la Tabla 25

10703	Restricción del filtro de aire	Abrir en una restricción del filtro de aire Circuito	Este DTC se registrará cuando la unidad de control abrirá a la entrada del sensor de restricción del filtro de aire. Algunas posibles causas de esto son un cable roto, corroído o desconectado conector, o fallo del sensor. El cableado para este sensor se ejecuta desde la unidad de control situada detrás del soporte de vaso a través la IP aprovechar al sensor en el bloque de conexiones de aire.
11603	Presión de aire Aplicación	Abrir en la aplicación del aire circuito de presión	Este DTC se registrará cuando la unidad de control ve abierto o cortocircuito a tierra en la aplicación de frenos del tractor la presión del aire de entrada del sensor. Algunas de las posibles causas de este son un cable roto, corroído o el conector desconectado, o fallo del sensor. El cableado para este sensor se extiende desde el unidad de control situada detrás del soporte de vaso a través de la IP
11703	Presión de aire primario	Abrir en la presión de aire primario Circuito	Este DTC se registrará cuando la unidad de control ve abierto un corto a masa en el sensor de presión de aire primario de entrada. Algunas de las posibles causas de esto son un cable roto, corroído o el conector, o fallo del sensor desconectado. El cableado para este sensor se extiende desde la unidad de control situada detrás del soporte al sensor en el tablero de conexiones de aire.
11803	Presión de aire secundario	Abrir en aire secundario circuito de presión	Este DTC se registrará cuando la unidad de control ve abierto o cortocircuito a tierra en la presión de aire secundario entrada del sensor. Algunas de las posibles causas de esto son un roto alambre, corroído o conector desconectado, o fallo del sensor. El cableado para este sensor se extiende desde la unidad de control situada detrás del soporte de vaso a través del arnés IP al sensor en el tablero de conexiones de aire.
15802	Potencia de encendido	Potencia de encendido se encuentra en una estado indeterminado	Este DTC se registrará cuando la unidad de control ve entre el 33 % y el 66 % de la tensión de la batería en el encendido alfiler. Una causa posible de esto es defectuosa cableado del sensor de encendido. El cable sensor de encendido viene de la distribución de energía la caja de la unidad de control detrás del soporte de vaso. Este sentido alambre también se utiliza para otras unidades de control tales como la puerta módulos y clúster. El cableado para las unidades de control pueden ser el problema.

Continuación de la Tabla 25

16800	Unidad de control de la batería voltaje	Sobre voltaje	La unidad de control supervisa continuamente la tensión es suministrado. Si el voltaje está por encima de 15 voltios del sistema se grabar este fallo. Algunas de las posibles causas de este fallo son alternador defectuoso, o saltar a partir de alto de voltaje. La energía es suministrada desde el cuadro de distribución de energía cerca de los controladores de pie izquierdo a través del arnés de IP a la unidad de control detrás del soporte de vaso.
17303	Temperatura de escape	Abierto en el circuito de temperatura de escape	Este DTC se registrará cuando la unidad de control ve una abrir a la entrada del sensor de temperatura de escape. Algunas posibles causas de esto son un cable roto, corroído o desconectado conector, o fallo del sensor. El cableado para este sensor se extiende desde la unidad de control situada detrás del soporte de vaso IP a través del arnés y el arnés del motor para el sensor en el tubo de escape justo detrás del turbo.
17703	Temperatura de aceite de la transmisión	Abierto en aceite de la transmisión circuito tiempo	Este DTC se registrará cuando la unidad de control ve abrir una entrada del sensor de temperatura del aceite de la transmisión . Algunas de las posibles causas de esto son un cable roto, corroído o el conector, o fallo del sensor desconectado. El cableado para este sensor se extiende desde la unidad de control situada detrás el soporte de vaso a través del arnés IP, arnés del motor, arnés de cableado de la transmisión y el chasis al sensor en la transmisión.
18409	Combustible instantánea mensaje de economía	Combustible instantánea Economía mensaje faltante	Este DTC se registrará cuando la unidad de control No ve el mensaje instantáneo de la economía de combustible del motor, o cuando el mensaje ha agotado el tiempo. Algunos posibles causas para esto incluyen cableado defectuoso en el motor o un controlador de motor defectuoso / mal configurado. Los cableados de bus de datos se extiende desde la unidad de control situada detrás de la portavasos a través del arnés IP al arnés del motor.

Fuente: Código de fallas del software AESA

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PROPUESTA

6.1 Resumen del costo luego de la implementación del plan

Se elaboró los costos del mantenimiento después de haber analizado la frecuencia de intervención de los tractocamiones, y los costos de mantenimiento están relacionados con la marca del lubricante utilizado en este caso el lubricante Castrol.

El lubricante utilizado Castrol Hypuron Fórmula Avanzada 15W -40, que establece un nuevo estándar de rendimiento para el aceite de motor diesel.

Esta fórmula parte sintético fue diseñada para permitir a los usuarios extender de forma segura los intervalos de cambio de aceite de hasta 900 horas.

Hypuron FA 15W -40 permite este intervalo "extremo" extendida de drenaje mientras que todavía proporcionar toda la protección del motor se espera de la alta calidad Hypuron marca.

Descripción del producto:

Catrol 15W - 40 es un trabajo pesado de aceite del motor diesel sintético formulado parte

Para cumplir con:

API CJ - 4

Cummins CES 20081

Volvo VDS - 4

CAT ECF - 3

Precio por cada mantenimiento preventivo. Marca de los lubricantes Castrol y filtros Fleetguard.

Tabla 26. Precio del PM1

Materiales	CANTIDAD	PRECIO/UND	TOTAL
ACEITE MOTOR 15W-40	10	46,20	S/. 462,00
FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	2	25,87	S/. 51,75
FILTRO DE COMBUSTIBLE	1	35,05	S/. 35,05
GRASA RETINAX HD2 (KG)	2	31,35	S/. 62,70
FILTRO RACCOR	1	71,98	S/. 71,98
		PM1	S/. 683,48

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Precio del PM2

Materiales	CANTIDAD	PRECIO/UND	TOTAL
ACEITE MOTOR 15W-40	10	46,20	S/. 462,00
FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	2	25,87	S/. 51,75
FILTRO DE COMBUSTIBLE	1	35,05	S/. 35,05
FILTRO RACCOR	1	71,98	S/. 71,98
ACEITE DE CORONA 85w-140	10	49,50	S/. 495,00
FILTRO DE CAJA Y CORONA	3	18,51	S/. 55,53
ACEITE DE CAJA 80W-90	4	49,50	S/. 198,00
FILTRO DE AIRE PRIMARIO	1	81,09	S/. 81,09
GRASA RETINAX HD2 (KG)	2	31,35	S/. 62,70
ACEITE DE CUBOS DELANTEROS	1	52,00	S/. 52,00
FILTRO DE REFRIGERANTE	1	27,34	S/. 27,34
		PM2	S/. 1 592,44

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Precio del PM3

Materiales	CANTIDAD	PRECIO/UND	TOTAL
ACEITE MOTOR 15W-40	10	46,20	S/. 462,00
FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	2	25,87	S/. 51,75
FILTRO DE COMBUSTIBLE	1	35,05	S/. 35,05
FILTRO RACCOR	1	71,98	S/. 71,98
ACEITE DE CORONA 85w-140	10	49,50	S/. 495,00
FILTRO DE CAJA	1	18,51	S/. 18,51
ACEITE DE CAJA 80W-90	4	49,50	S/. 198,00
FILTRO DE AIRE PRIMARIO	1	81,09	S/. 81,09
ACEITE DE CUBOS DELANTEROS	1	49,50	S/. 49,50
FILTRO DE REFRIGERANTE	1	27,34	S/. 27,34
ACEITE DE DIRECCION 15w-40	1	25,42	S/. 25,42
FILTRO DE DIRECCION	1	46,20	S/. 46,20
GRASA RETINAX HD2 (KG)	2	31,35	S/. 62,70
ACEITE DE CUBOS POSTERIOR	2	49,50	S/. 99,00
		PM3	S/. 1 723,54

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Precio del PM4

Materiales	CANTIDAD	PRECIO/UND	TOTAL
ACEITE MOTOR 15W-40	10	46,20	S/. 462,00
FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	2	25,87	S/. 51,75
FILTRO DE COMBUSTIBLE	1	35,05	S/. 35,05
FILTRO RACCOR	1	71,98	S/. 71,98
ACEITE DE CORONA 85w-140	10	49,50	S/. 495,00
FILTRO DE CAJA	1	18,51	S/. 18,51
ACEITE DE CAJA 80W-90	4	49,50	S/. 198,00
FILTRO DE AIRE PRIMARIO	1	81,09	S/. 81,09
ACEITE DE CUBOS DELANTEROS	1	49,50	S/. 49,50
FILTRO DE REFRIGERANTE	1	27,34	S/. 27,34
ACEITE DE DIRECCION 15w-40	1	46,20	S/. 46,20
FILTRO DE DIRECCION	1	39,56	S/. 39,56
ACEITE DE CUBOS POSTERIOR	2	49,50	S/. 99,00
RETEN POSTERIOR	4	60,54	S/. 242,16
RETEN DELANTERO	2	60,54	S/. 121,08
BATERIA	3	150,00	S/. 450,00
CORREA DE ALTERNADOR	1	36,00	S/. 36,00
ANALISIS DE ACEITE	1	45,34	S/. 45,34
GRASA RETINAX HD2 (KG)	2	31,35	S/. 62,70
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	1	92,20	S/. 92,20
TEMPLADORES DE SUSPENSION	4	45,30	S/. 181,20
		PM4	S/. 2 905,66

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Costo de mantenimiento por año

KM	Mantenimientos	Frecuencia 1.5 mes	Aceite Castrol	Aceite KENWORTH
10000	PM1	1ER AÑO	S/. 6 376,80	s/. 5 793,28
20000	PM1			
30000	PM1			
40000	PM1			
50000	PM2			
60000	PM1			
70000	PM1			
80000	PM1			
90000	PM1			
100000	PM3	2DO AÑO	S/. 7 416,86	S/. 6 705,82
110000	PM1			
120000	PM1			
130000	PM1			
140000	PM1			
150000	PM2			
160000	PM1			
170000	PM1	3ER AÑO	S/. 8 730,08	S/. 8 141,46
180000	PM1			
190000	PM1			
200000	PM4			
210000	PM1			
220000	PM1			
230000	PM1			
240000	PM1			

Fuente: Elaboración propia

6.2 Mano de obra y tiempos de mantenimiento

En la empresa Transportes Hagemsa S.A.C., la mano de obra va clasificada según la experiencia y categoría del personal técnico, previa

evaluación y su permanencia va a permanecer de acuerdo a los tiempos que se manejan en taller

Tabla 31. Mano de obra del personal de mantenimiento

MECANICOS				
CATEGORIA	SUELDO	DIAS PROMEDIO	COSTO POR DIA(S./día)	COSTO POR DIA(S./Hrs)
M1	S/. 2 500,00	30,00	83,33	S/. 10,42
M2	S/. 1 800,00	30,00	60,00	S/. 7,50
M3	S/. 1 500,00	30,00	50,00	S/. 6,25
AM1	S/. 1 000,00	30,00	33,33	S/. 4,17
PM1	S/. 750,00	30,00	25,00	S/. 3,13
ELECTRICISTAS				
CATEGORIA	SUELDO	DIAS PROMEDIO	COSTO POR DIA(S./día)	COSTO POR DIA(S./Hrs)
E1	S/. 2 500,00	30,00	83,33	S/. 10,42
E2	S/. 1 800,00	30,00	60,00	S/. 7,50
E3	S/. 1 500,00	30,00	50,00	S/. 6,25
AE1	S/. 1 000,00	30,00	33,33	S/. 4,17
PE1	S/. 750,00	30,00	25,00	S/. 3,13
SOLDADORES				
CATEGORIA	SUELDO	DIAS PROMEDIO	COSTO POR DIA(S./día)	COSTO POR DIA(S./Hrs)
S1	S/. 3 500,00	30,00	116,67	S/. 14,58
S2	S/. 1 800,00	30,00	60,00	S/. 7,50
S3	S/. 1 500,00	30,00	50,00	S/. 6,25
AS1	S/. 1 000,00	30,00	33,33	S/. 4,17
PS1	S/. 750,00	30,00	25,00	S/. 3,13
LLANTEROS				
CATEGORIA	SUELDO	DIAS PROMEDIO	COSTO POR DIA(S./día)	COSTO POR DIA(S./Hrs)
L1	S/. 2 500,00	30,00	83,33	S/. 10,42
L2	S/. 1 800,00	30,00	60,00	S/. 7,50
L3	S/. 1 500,00	30,00	50,00	S/. 6,25
AL1	S/. 1 000,00	30,00	33,33	S/. 4,17
PL1	S/. 750,00	30,00	25,00	S/. 3,13

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Tiempos de mano de obra

	Tiempos de mano de obra en taller (200 000 KM /20000 HRS)	Código: HAG-005	
		Revisión: E.A.E	
		Fecha: 2014-01-14	
TAREA	PROCEDIMIENTO	TIEMPO	RANGO
LUBRICACIÓN	Engrase general de la unidad (según diagrama adjunto)	30 min	M3
MOTOR	Cambio de aceite y filtro de motor	30 min	M2
	Limpiar filtro centrifugo de aceite / cambio de sellos	18 min	M3
	Cambio de filtros de aire primario y secundario.	15 min	M3
	Revisar soportes de motor.	5 min	M3
	Limpieza de sensor de presión de admisión	5 min	M2
	Calibración de válvulas de motor.	120 min	M1,M2
	Verificar de fugas	3min	M2
	Calibración de inyectores bomba.	60 min	M1,M2
	Verificar posibles códigos de falla.	15 min	M1
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	Cambio de líquido refrigerante de motor	45 min	M2
	Revisar de soportes de radiador e intercooler	18 min	M3
	Revisar mangueras y fugas de refrigerante	30 min	M2
	Revisar mangueras y abrazaderas del intercooler	10 min	M2
SISTEMA DE FRENOS	Cambio de filtro secador de aire	25 min	M2
	Purgar tanques de aire	15 min	M3
	Revisión de espesor de fajas de freno	20 min	M3
	Regulación de frenos y verificación de palancas de freno	25 min	M2
	Revisión de holgura de bujes y levas de freno	360 min	M2,M3
SUSPENSIÓN	Revisión de amortiguadores delanteros y posteriores.	80 min	M2,M3
	Revisión de amortiguadores Posteriores (unidades con bolsa)	60 min	M2,M3
	Revisar estado de suspensión (muelles, bolsas y abrazaderas).	20 min	M2
	Cambio de bocinas del Bogie y revisión de arandelas.	240 min	M2,M3
SISTEMA DE COMBUSTIBLE Y ESCAPE	Cambiar filtro de combustible	10 min	M2
	Cambio de filtro Racor de combustible	25 min	M2
	Revisar mangueras y fugas de combustible	30 min	M2
	Limpieza de tanques de combustibles	90 min	M2,M3
	Revisar funcionamiento de freno de motor	30 min	M1
EMBRAGUE	Comprobar juego libre de pedal de embrague	5 min	M3

Continuación de la Tabla 32.

EMBRAGUE	Revisión de cilindros de accionamiento de embrague.	20 min	M2
	Revisión de disco	15 min	M2
	Cambio de líquido de embrague	30 min	M2,M3
CAJA DE CAMBIOS	Revisión de nivel de aceite y tapón imantado	15 min	M2
	Cambio de aceite y filtro de caja de cambios	45 min	M2,M3
PUENTE TRASERO	Revisión del tapón imantado	15 min	M2
	Cambio de aceite y filtros de coronas, reductores de cubos	120 min	M2,M3
CUBOS Y RUEDAS	Revisión de nivel de aceite y tapón imantado	15 min	M2
	Revisar fugas de aceite y/o grasa	15 min	M2
DIRECCIÓN	Revisar fugas de aceite	3 min	M2
	Cambio de aceite y filtro de dirección	60 min	M2,M3
	Revisar de brazos de dirección y terminales.	15 min	M2
	Ajustar abrazaderas	10 min	M2
	Regular jgo. De pines y bujes de dirección	240 min	M2,M3
SIS. ELÉCTRICO	Mantenimiento general de luces y sistema eléctrico.	180 min	E1,E2
	Mantenimiento general de instrumentos de tablero.	180 min	E1,E2
	Realizar mantenimiento de alternador. D/M	180 min	E1
	Realizar mantenimiento de arrancador. D/M	240 min	E1
	Revisión limpiaparabrisas y estado de las plumillas.	10 min	E1
	Mantenimiento general y limpieza de baterías	60 min	E2
BASTIDOR Y CABINA	Cambio de filtro de calefacción	10 min	M2
	Regular quinta rueda(Tornamesa)	20 min	S1
	Mantenimiento de chapas, manijas y cremalleras de puertas.	360 min	M2
	Verificar funcionamiento del cinturón de seguridad.	1 min	M2
PRUEBAS DE CONDUCCIÓN	Realizar prueba para detectar fugas de lubricantes, agua y aire antes de la entrega al operador.	60 min	Operador
		3355 min	

Fuente: Elaboración propia

6.3 Materiales de mantenimiento

En los mantenimientos correctivos estos son los componentes que usualmente se cambian previa programación.

Tabla 33. Materiales del Mantenimiento

DESCRIPCIÓN	UNID	COSTO	PM
Acc de bomba principal de freno (pedal)	JGO.	S/. 109,27	MC
Abrazadera de dado de cruzeta cardan bb	PZA.	S/. 82,28	MC
Abrazadera de muelle delantero p124 (de 9 hojas)	PZA.	S/. 259,98	MC
Abrazadera tubo de escape s4	PZA.	S/. 61,65	MC
Acc de caja de dirección zf8097	PZA.	S/. 130,23	MC
Acc de embrague auxiliar (válvula pegada a caja)	JGO.	S/. 334,91	MC
Acc de freno de motor (paleta)	JGO.	S/. 22,22	MC
Acc válvula principal freno (pedal) wabco t-124	PZA.	S/. 88,68	MC
Acordeón de tubo de escape vertical	PZA.	S/. 365,63	MC
Amortiguador del. susp de cabina pgr c/ resort	PZA.	S/. 342,02	MC
Amortiguador de suspensión delantera s 4	PZA.	S/. 275,40	MC
Amortiguador de suspensión posterior trasero	PZA.	S/. 400,21	MC
Anillo de bronce de piñón de reenvío	PZA.	S/. 253,71	MC
Anillo múltiple escape s-4	PZA.	S/. 27,23	MC
Anillo seguro de conjunto planetario grs-900	PZA.	S/. 34,25	MC
Anillos de fijación p360	PZA.	S/. 36,95	MC
Anillos de motor (x pistón)	JGO.	S/. 103,52	MC
Arandela de arrastre de sincronizador= (1401622)	PZA.	S/. 75,29	MC
Arandela de caja de cambios	PZA.	S/. 31,14	MC
Arandela de desgaste de piñón planetario	PZA.	S/. 23,59	MC
Arandela de desgaste de piñón satélite	PZA.	S/. 23,59	MC
Arrancador moderno tipo electrónico (12 V)	PZA.	S/. 1 997,50	MC
Balancín de admisión	PZA.	S/. 295,50	MC
Balancín de escape	PZA.	S/. 295,51	MC
Barra templadora de corona inf s4- r380	PZA.	S/. 794,92	MC
Barra templadora de corona sup. s4- r380	PZA.	S/. 474,57	MC
Base de servo de dirección s4	PZA.	S/. 136,56	MC
Bobina de electroválvula (dt1.31431)	PZA.	S/. 235,94	MC
Bobina para inyector bomba r 400	PZA.	S/. 473,59	MC
Bocina de horquilla de embrague r-113	PZA.	S/. 213,05	MC
Bocina de muelle de suspensión post aire	PZA.	S/. 219,21	MC
Bocina de soporte de cabina t 124	PZA.	S/. 62,96	MC
Bocina de suspensión t-124	PZA.	S/. 27,70	MC
Bocina grande de eje de muñón r-113	PZA.	S/. 27,59	MC

Continuación de la Tabla 33

Bocinas de pin muelle delantero r-113 / t-124	PZA.	S/. 116,08	MC
Bolsa de aire de cabina posterior (g-420)	PZA.	S/. 321,69	MC
Bolsa de asiento s4	PZA.	S/. 649,91	MC
Bolsa de suspensión de chasis	PZA.	S/. 850,43	MC
Bomba de aceite de motor s4	PZA.	S/. 454,37	MC
Bomba de agua serie 4 completa	PZA.	S/. 839,47	MC
Bomba limpiaparabrisas s 4	PZA.	S/. 289,74	MC
Bombillos de encendido pgr	JGO.	S/. 525,74	MC
Bombín de freno de motor pgr	PZA.	S/. 225,27	MC
Brazo de plumilla limpiaparabrisas	PZA.	S/. 55,08	MC
Cable de tapa de caja de herramientas pgr	JGO.	S/. 132,48	MC
Cajuela gr-870	PZA.	S/. 32,66	MC
CAJUELA horquilla de selector (zapatas)	PZA.	S/. 48,17	MC
Cañería de respiradero de corona	PZA.	S/. 22,79	MC
Carcaza de filtro de aire (pgr)	PZA.	S/. 2 045,12	MC
Chicharra de rueda delantera der. (p460)	PZA.	S/. 141,75	MC
Cilindro de accionamiento de asiento s4	PZA.	S/. 346,72	MC
Cilindro embrague	PZA.	S/. 1 022,51	MC
Cinta piñón de cubo moderno r113	PZA.	S/. 1 377,27	MC
Cojinete de agujas de piñón 2da y 3ra	PZA.	S/. 28,31	MC
Cojinete de rodillos (rbp831)	PZA.	S/. 187,13	MC
Cojinete de rodillos de piñón de ataque (rb-660)	PZA.	S/. 429,29	MC
Cojinetes (rbp831)	PZA.	S/. 28,94	MC
Collarín de embrague r-113	PZA.	S/. 249,46	MC
Cono intermedio grs 900 1318323	PZA.	S/. 443,78	MC
Cono de acople de c/c grs 900	PZA.	S/. 593,00	MC
Cono de traba de alta grs 900	PZA.	S/. 633,80	MC
Cono de traba de baja grs 900	PZA.	S/. 518,12	MC
Cono de traba exterior s-4 -pgr	PZA.	S/. 445,23	MC
Cono exterior de 1ra de caja grs 900 (4pzas)	PZA.	S/. 362,44	MC
Cono intermedio gr801/900	PZA.	S/. 440,93	MC
Cono intermedio de 1ra de caja pgr	PZA.	S/. 175,87	MC
Cono intermedio de 1ra pgr de 4pzas)	PZA.	S/. 491,06	MC
Cono sincronizador alta-baja	PZA.	S/. 552,80	MC
Corona dentada de grs-900 (grande)	PZA.	S/. 1 334,44	MC

Continuación de la Tabla 33

Correa de alternador s 4	PZA.	S/. 91,86	MC
Correa de ventilador s-4	PZA.	S/. 108,23	MC
Cruceta toma de fuerza (seguro interior)	PZA.	S/. 25,43	MC
Cruzeta de cardan 48 x 162.5	PZA.	S/. 211,85	MC
Disco de embrague de 17" moderno	PZA.	S/. 1 256,39	MC
Eje de filtro centrifugo s4	PZA.	S/. 51,95	MC
Eje de piñón planetario de selector	PZA.	S/. 51,90	MC
Eje primario de reenvío de corona rb622	PZA.	S/. 1 814,25	MC
Eje principal	PZA.	S/. 1 645,59	MC
Eje propulsor caja (scania)	PZA.	S/. 702,11	MC
Ejes (rbp831)	PZA.	S/. 44,52	MC
Electroválvula de freno de motor	PZA.	S/. 1 315,11	MC
Electroválvula de selector	PZA.	S/. 243,21	MC
Elemento filtrante racor (s-4 electrónico)	PZA.	S/. 92,62	MC
Empaque de enfriador de motor r-400	PZA.	S/. 74,01	MC
Empaque de carter serie 4 1865674	PZA.	S/. 82,34	MC
Empaque de culata s 4	PZA.	S/. 113,27	MC
Empaque de enfriador de aceite	PZA.	S/. 75,20	MC
Empaque de servo para serie 4	PZA.	S/. 28,31	MC
Empaque de tapa de buzo	PZA.	S/. 36,26	MC
Empaque solo de selector grs 900	PZA.	S/. 57,17	MC
Engranaje de los discos (baja) gr-870	PZA.	S/. 588,04	MC
Esparrago de templador sup de corona p-360	PZA.	S/. 71,19	MC
Espejo retrovisor c/desempañador	PZA.	S/. 229,00	MC
Faro neblinero de largo alcance der (interior)	PZA.	S/. 94,45	MC
Faro neblinero de largo alcance izq (exterior)	PZA.	S/. 94,45	MC
Fijación de guardabarro t-124	PZA.	S/. 179,10	MC
Fleje de tanque de aire pequeño	PZA.	S/. 94,41	MC
Freno de 3ra y 4ta de caja grs 900	PZA.	S/. 390,14	MC
Freno de motor	PZA.	S/. 389,01	MC
Freno sincronizador de selector	PZA.	S/. 447,46	MC
Goma base filtro de aceite motor s4	PZA.	S/. 26,41	MC
Goma de barra estabilizadora delantera (puente)	PZA.	S/. 21,19	MC
Goma de trampa de tiro remolque acoplar	PZA.	S/. 38,14	MC
Goma de tubo de aspiración de tapa de balancines	PZA.	S/. 24,56	MC

Continuación de la Tabla 33

Goma tapa post de salida de agua del block	PZA.	S/. 67,00	MC
Gomas de camisa p kit de motor serie 4 (conv)	PZA.	S/. 90,71	MC
Gomas de camiseta s4 (canal grueso)	PZA.	S/. 38,06	MC
Horquilla de enganche gr-870	PZA.	S/. 130,68	MC
Inyector	PZA.	S/. 233,33	MC
Jgo. de empaque de caja grs 900	PZA.	S/. 40,33	MC
Jgo. reparo chapa de puerta s4	JGO.	S/. 410,94	MC
Juego de carbones y porta carbón pgr	JGO.	S/. 73,73	MC
Junta de tapa de balancines inferior	PZA.	S/. 44,60	MC
Junta de tapa de balancines superior	PZA.	S/. 50,19	MC
Junta giratoria manual de espejo retrovisor	PZA.	S/. 249,78	MC
Kit de motor dc-1206 (pgr)	PZA.	S/. 1 171,18	MC
Kit de mtto básico pgr	JGO.	S/. 151,91	MC
Kit plato presor k430-32 s4	PZA.	S/. 233,10	MC
Lámina de regular bogie gruesa	PZA.	S/. 65,51	MC
Lámina reguladora de tren fijo 0.25 grs 900	PZA.	S/. 25,93	MC
Lámina regular rodaje grande de p ataque 0.40	PZA.	S/. 21,27	MC
Luna de faro delantero 124 1407949 (derecho)	PZA.	S/. 43,83	MC
Mando para ingresar al menú (pgr)	PZA.	S/. 345,61	MC
Manguera recta de agua de compresora	PZA.	S/. 36,30	MC
Manija de inclinación asiento izquierdo	PZA.	S/. 50,17	MC
Mica de tablero para r-113	PZA.	S/. 45,00	MC
Motor de arranque (pgr)	PZA.	S/. 210,45	MC
Motor de calefacción p460	PZA.	S/. 1 262,71	MC
Motor de limpiaparabrisas	UNID	S/. 436,16	MC
Muelle posterior p 124 3ra (de 10 hojas)	PZA.	S/. 240,79	MC
Oring de camiseta s4	PZA.	S/. 26,41	MC
Oring de tubo conector b aceite a sedazo s 4 mod	PZA.	S/. 30,58	MC
Palanca de selector	PZA.	S/. 256,69	MC
Paquete de muelles post p 460 de 5 hojas	JGO.	S/. 2 494,4	MC
Parabrisas delantero (pegado)	PZA.	S/. 296,61	MC
Perno central de muelle	PZA.	S/. 66,00	MC
Perno de bancada de cigüeñal	PZA.	S/. 23,32	MC
Pin de muelle delantero	PZA.	S/. 176,57	MC
Pin grillete muelle delantero	PZA.	S/. 176,62	MC

Continuación de la Tabla 33

Pin y bocina de muelle delantero	JGO.	S/. 162,71	MC
Piñón brida de cubo	PZA.	S/. 591,93	MC
Piñón cubo solar	PZA.	S/. 385,34	MC
Piñón de 1era caja grs900r	PZA.	S/. 983,91	MC
Piñón de 1era caja grs900-r113	PZA.	S/. 897,18	MC
Piñón de 2da de tren fijo caja	PZA.	S/. 1 207,90	MC
Piñón de 3ª caja grs900	PZA.	S/. 539,93	MC
Piñón de acople de piñón de ataque rb662	PZA.	S/. 2 104,59	MC
Piñón de caja de cambios crawler grs-900r	PZA.	S/. 759,32	MC
Piñón de tren fijo	PZA.	S/. 1 264,79	MC
Piñón planetario de acople de reenv.de corona rb62	PZA.	S/. 2 200,26	MC
Piñón planetario de cubo r113	PZA.	S/. 225,19	MC
Piñón planetario de selector pgr	PZA.	S/. 126,97	MC
Piñón solar de selector grs-900	PZA.	S/. 460,59	MC
Piñón solar de selector pgr	PZA.	S/. 457,74	MC
Piñón supermarcha tren fijo s3	PZA.	S/. 294,38	MC
Pistón de presión de aceite dsc 1202 l01	PZA.	S/. 101,03	MC
Planeta (rbp831)	PZA.	S/. 222,64	MC
Platillo válvula de admisión	PZA.	S/. 21,90	MC
Plato presor de embrague s4	PZA.	S/. 827,62	MC
Plumilla limpiaparabrisas 27" para serie 4	JGO.	S/. 101,99	MC
Polea de faja ventilador (p460) (2089431-1860734)	PZA.	S/. 21,19	MC
Prebomba pgr	PZA.	S/. 956,41	MC
Pulsador de claxon s4	PZA.	S/. 145,97	MC
Racor acodado de corona	PZA.	S/. 78,00	MC
Regulador de voltaje 1900934 serie 4	PZA.	S/. 320,48	MC
Relay abs s4	PZA.	S/. 297,10	MC
Relay antiembalamiento caja de cambios s4	PZA.	S/. 366,35	MC
Resorte de piñón de bendix de arrancador	PZA.	S/. 31,92	MC
Reten barra estab de cabina 35x52x7	PZA.	S/. 122,88	MC
Reten de bocamaza posterior	PZA.	S/. 141,21	MC
Reten de caja de cambios delantero (55-75-9)	PZA.	S/. 44,43	MC
Reten de caja posterior	PZA.	S/. 110,96	MC
Reten de cigueñal delantero s 4	PZA.	S/. 78,02	MC
Reten de corona r.b.p. 832/660/780	PZA.	S/. 114,76	MC

Continuación de la Tabla 33

Reten de cubo serie 4	PZA.	S/. 66,23	MC
Reten de reenvío (1680726)	PZA.	S/. 34,23	MC
Reten de rueda posterior	PZA.	S/. 92,76	MC
Reten de tapa de bocamaza con eje	PZA.	S/. 50,00	MC
Reten posterior de corona	PZA.	S/. 128,66	MC
Rodaje canastilla de caja grs-900 (80-88-55)	PZA.	S/. 40,12	MC
Rodaje canastilla de eje propulsor grs-900	PZA.	S/. 66,06	MC
Rodaje de arrancador de brida ser-4	JGO.	S/. 60,08	MC
Rodaje de bocamaza posterior s4	PZA.	S/. 152,54	MC
Rodaje de caja 1327878	PZA.	S/. 273,66	MC
Rodaje de caja selector grs 900	PZA.	S/. 529,45	MC
Rodaje de castillo c/traba grande	PZA.	S/. 366,68	MC
Rodaje de corona de reenvío	JGO.	S/. 98,71	MC
Rodaje de corona s-4	PZA.	S/. 242,93	MC
Rodaje de cubo de 13 balancines r113	PZA.	S/. 53,72	MC
Rodaje de muñón s4	PZA.	S/. 75,58	MC
Rodaje de piñón planetario de reenvío (rb662)	PZA.	S/. 130,00	MC
Rodaje de rueda delantera pgr	PZA.	S/. 793,68	MC
Rodaje de tren fijo grs 900	PZA.	S/. 122,69	MC
Rodaje de volante r-113	PZA.	S/. 33,14	MC
Rodaje eje propulsor grs 900 jf 4049 (t2ee040) fag	PZA.	S/. 104,15	MC
Rodaje interior de eje de selector pgr	PZA.	S/. 243,34	MC
Rodaje pequeño de eje de reenvío corona rb662	PZA.	S/. 92,91	MC
Rodaje piñón de ataque gr(rb-662) 579381 fag	PZA.	S/. 295,44	MC
Rodaje piñón satélite gr-900	PZA.	S/. 42,31	MC
Rodamiento con pista	PZA.	S/. 257,37	MC
Rodamiento de agujas gr-870	PZA.	S/. 54,54	MC
Rodillo con pines embrague r-113	PZA.	S/. 71,01	MC
Rodillo ventilador s4	PZA.	S/. 165,82	MC
Rotula de palanca de cambios m-12 (derecha)	PZA.	S/. 21,97	MC
Rotula de palanca de cambios m-12 (izquierda)	PZA.	S/. 22,00	MC
Rotula grande de palanca de caja de cambios	PZA.	S/. 87,83	MC
Rueda dentada de piñón de selector	PZA.	S/. 94,38	MC
Satélites (rbp831)	PZA.	S/. 73,47	MC
Seguro de collarín exterior (460)	PZA.	S/. 35,30	MC

Continuación de la Tabla 33

Seguro superior de esquinero s4	PZA.	S/. 21,11	MC
Selenoide de arrancador 1447911 s4	PZA.	S/. 1 292,74	MC
Sensor de abs	JGO.	S/. 373,37	MC
Sensor de presión de aceite	PZA.	S/. 117,83	MC
Sensor de presión de aire de freno	PZA.	S/. 151,92	MC
Sensor de revoluciones motor	PZA.	S/. 290,85	MC
Sensor de temperatura de aire de admisión pgr	PZA.	S/. 417,85	MC
Sensor pedal de freno - pgr – aps	PZA.	S/. 1 583,75	MC
Sensor régimen contra embalamiento	PZA.	S/. 281,29	MC
Sensor velocímetro grs 900 (1111459)	PZA.	S/. 348,17	MC
Separador de balancines de culata	PZA.	S/. 171,96	MC
Servo de dirección s4	PZA.	S/. 1 073,84	MC
Silenciador de escape	PZA.	S/. 109,87	MC
Solenoides de arrancador t-124	PZA.	S/. 60,17	MC
Soporte de motor serie 4	PZA.	S/. 173,32	MC
Tambor de freno del eje de apoyo	PZA.	S/. 477,24	MC
Tapa de radiador p 360	PZA.	S/. 128,55	MC
Tapa de reenvío de corona	PZA.	S/. 657,33	MC
Tapón de llenado de aceite de motor	PZA.	S/. 50,60	MC
Tapón magnético de caja	PZA.	S/. 36,91	MC
Tensor de correa	PZA.	S/. 338,79	MC
Terminal amortiguador de cabina -s 4	PZA.	S/. 219,72	MC
Terminal de barra de dirección izquierdo	PZA.	S/. 61,53	MC
Termostato de 75-80° s4 – moderno	PZA.	S/. 276,57	MC
Traba cilíndrica gr-870	PZA.	S/. 21,78	MC
Tubo con brida de admisión	PZA.	S/. 409,89	MC
Tubo de escape diámetro 4 1/2 "	PZA.	S/. 254,24	MC
Tuerca de piñón de ataque (rbp831)	PZA.	S/. 123,97	MC
Válvula de 4 vías	PZA.	S/. 271,19	MC
Válvula limitadora de presión de aire de selector	PZA.	S/. 121,49	MC
Válvula rebose combustible	PZA.	S/. 305,33	MC
Varilla de acoplamiento de palanca de cambios	PZA.	S/. 563,38	MC
Varillas de balancín	PZA.	S/. 42,71	MC
Ventilador eléctrico	PZA.	S/. 2 637,44	MC

Fuente: Elaboración propia

6.4 Resumen de costo antes de iniciar la implementación

Los costos de mantenimientos antes de la implementación eran variados, pues no se basaron en el manual del fabricante, tampoco se establecieron los tiempos por trabajos realizados en taller, aquí se detallan la reparación de unas coronas por recalentamiento.

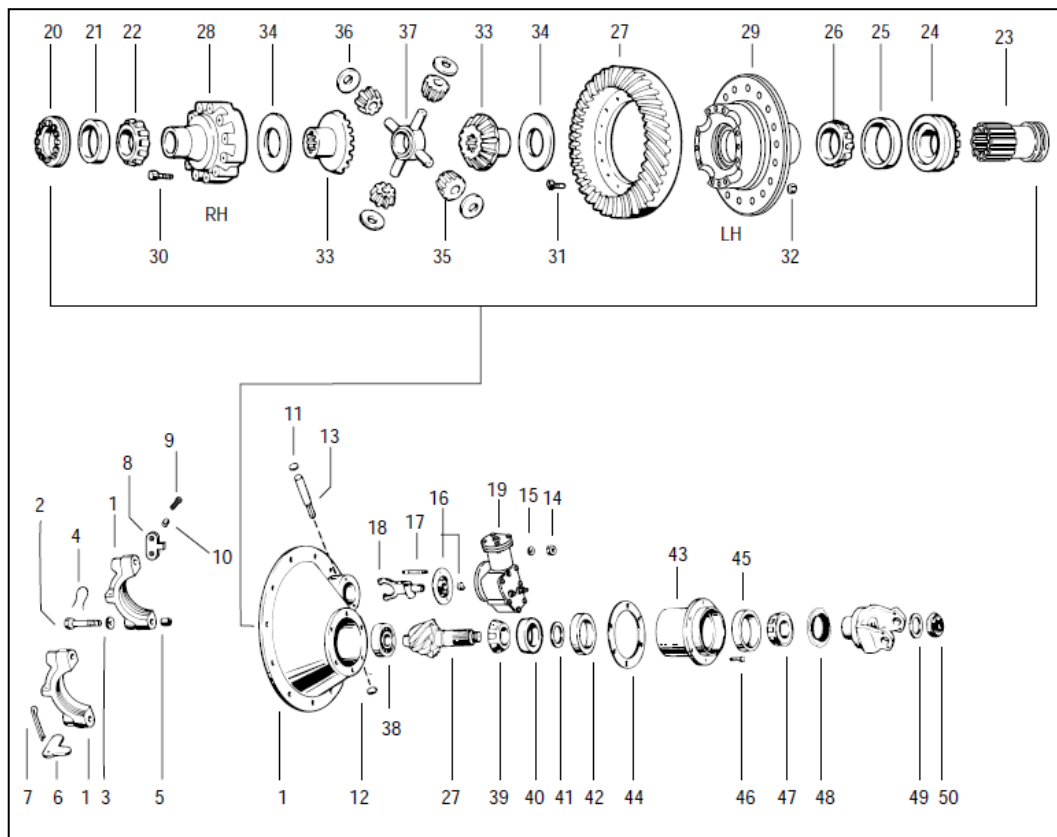


Figura 42. Despiece de la corona

Fuente:Manual de servicio dana spicer

Tabla 34. Costo de reparación de las coronas

CORONA SPICER 520259 MODELO RSH40				
DESCRIPCION	MARCA	UND.	CANT.	PRECIO S/.
Cinta de corona de 41 dientes	EATON	RLL	1	S/. 450,00
Piñón de corona de 11 dientes	EATON	UND	1	S/. 180,00
Rodaje del piñón loco grande	SKF	UND	1	S/. 210,00
Rodaje del piñón loco chico	SKF	UND	1	S/. 160,00
Pandereta de corona	EATON	UND	1	S/. 420,00
Reten de corona con el yugo	EATON	UND	1	S/. 70,00
Volandas satelitales	SPICER	UND	4	S/. 120,00
Volandas planetarias	SPICER	UND	2	S/. 80,00
Cruzeta de nido	EATON	UND	1	S/. 180,00
Tuerca reguladora	SPICER	UND	1	S/. 40,00
Piñón de reenvío	EATON	UND	1	S/. 220,00
Eje principal del reenvío	EATON	UND	1	S/. 210,00
Nido de reenvío	SPICER	UND	1	S/. 320,00
Láminas de 10,15,20	S/M	UND	6	S/. 80,00
Gasolina	CASTROL	GLN	4	S/. 52,30
Mano de obra x persona	S/M	UND	1	S/. 333,40
Aceite 85w-140 x gln	CASTROL	GLN	5	S/. 247,50
Total				S/. 3 373,20

Continuación de la Tabla 34.

CORONA SPICER 510259 MODELO RSH40				
DESCRIPCION	MARCA	UND.	CA NT.	PRECIO S/.
Copa de rodamiento del diferencial derecho	SKF	UND	1	S/. 27,54
Cono del rodamiento de diferencial derecho	SKF	UND	1	S/. 64,53
Copa del rodamiento del diferencial izquierdo	SKF	UND	1	S/. 27,54
Cono del rodamiento del diferencial izquierdo	SKF	UND	1	S/. 64,53
Engranaje lateral del diferencial	EATON	UND	2	S/. 300,42
Arandela de empuje del engranaje lateral	EATON	UND	2	S/. 47,50
Piñón lateral	EATON	UND	1	S/. 104,50
Cono del rodamiento o balero del piñón	SKF	UND	4	S/. 200,24
Cono (externo) del rodamiento del piñón	SKF	UND	2	S/. 302,52
Sello de aceite del piñón	EATON	UND	1	S/. 115,63
Empaque de corona	EATON	UND	1	S/. 22,84
Aceite 85w-140	CASTROL	GLN	5	S/. 247,50
Gasolina	S/M	GLN	4	S/. 52,30
Waipe	S/M	KG	1	S/. 8,43
Mano de obra	S/M	UND	1	S/. 208,48
Total				S/. 1 794,50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Tiempo de reparación de una corona

TIEMPO DE REPARACION DE CORONA	
PROCEDIMIENTO	TIEMPO (min)
Elaboración del AST	5
Drenaje de aceite al recipiente	15
Desmontaje de la corona	90
Desarmado general de la corona	30
Lavado de componentes	60
Encintado de componentes, espera repuestos	20
Armado de componentes	120
Calibración y ajustes	30
Montaje de corona	45
Llenado de aceite	15
Pruebas en vacío	20
Total	450

Fuente: Elaboración propia

6.5 Cuadro comparativo: costo antes y después de implementación

La implementación se dio después de evaluar la situación actual del taller de la empresa Transportes Hagemsa S.A.C. tomando en cuentas varios parámetros.

Tabla 36. Comparación del costo antes y después

Antes de la implementación	Después de la implementación
Solo colocaban stiker en los preventivos.	Cada equipo tiene su historial.
No se contaba con planeamiento.	Cuenta con gestión y planificación.
No se manejaban tiempos.	Cada trabajo se ajusta a un tiempo promedio.
No se medía la gestión.	Se mide la gestión mediante indicadores.
No se hacían mantenimientos preventivos.	Los preventivos se realizan cada 1.5 mes.
<p>Costo por año en la muestra de 20 unidades.</p> <p>S/. 8 598,98 *20 = 17 1979,60</p> <p>Reparación de 4 coronas = S/. 10 335,40, Como no se contaba con el historial se cambió el aceite a todas las unidades de caja y corona.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costo de aceite de corona <p>S/. 495 * 20 = S/. 9 900</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costo de aceite de caja <p>S/. 198 * 20 = 3 960</p> <p>Total = S/. 182 315,00 + S/. 6 400 + S/. 9 900 + S/. 3 960</p> <p>Total= S/. 18 2315.00</p>	<p style="text-align: center;">Costo por año</p> <p>S/. 8 141.46 * 20 = S/. 16 2829,20</p>
<p>Ahorro anual = S/. 202 575,00– S/. 162 829,20 = S/. 39 745,80</p>	

Fuente: Elaboración propia

Ahorro Anual = costo antes – costo después

$$\begin{aligned} \text{Ahorro anual} &= \text{S/}. 202\,575,00 - \text{S/}. 162\,829,20 \\ &= \text{S/}. 39\,745,80 \end{aligned}$$

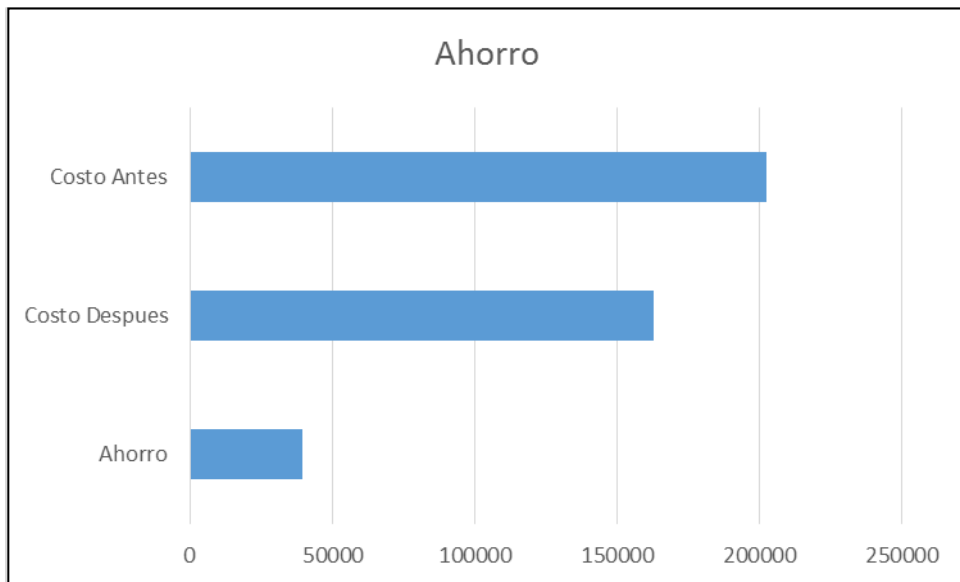


Figura 43. Ahorro anual del mantenimiento preventivo

Fuente: Elaboración propia

6.6 Flujograma del sistema del mantenimiento preventivo

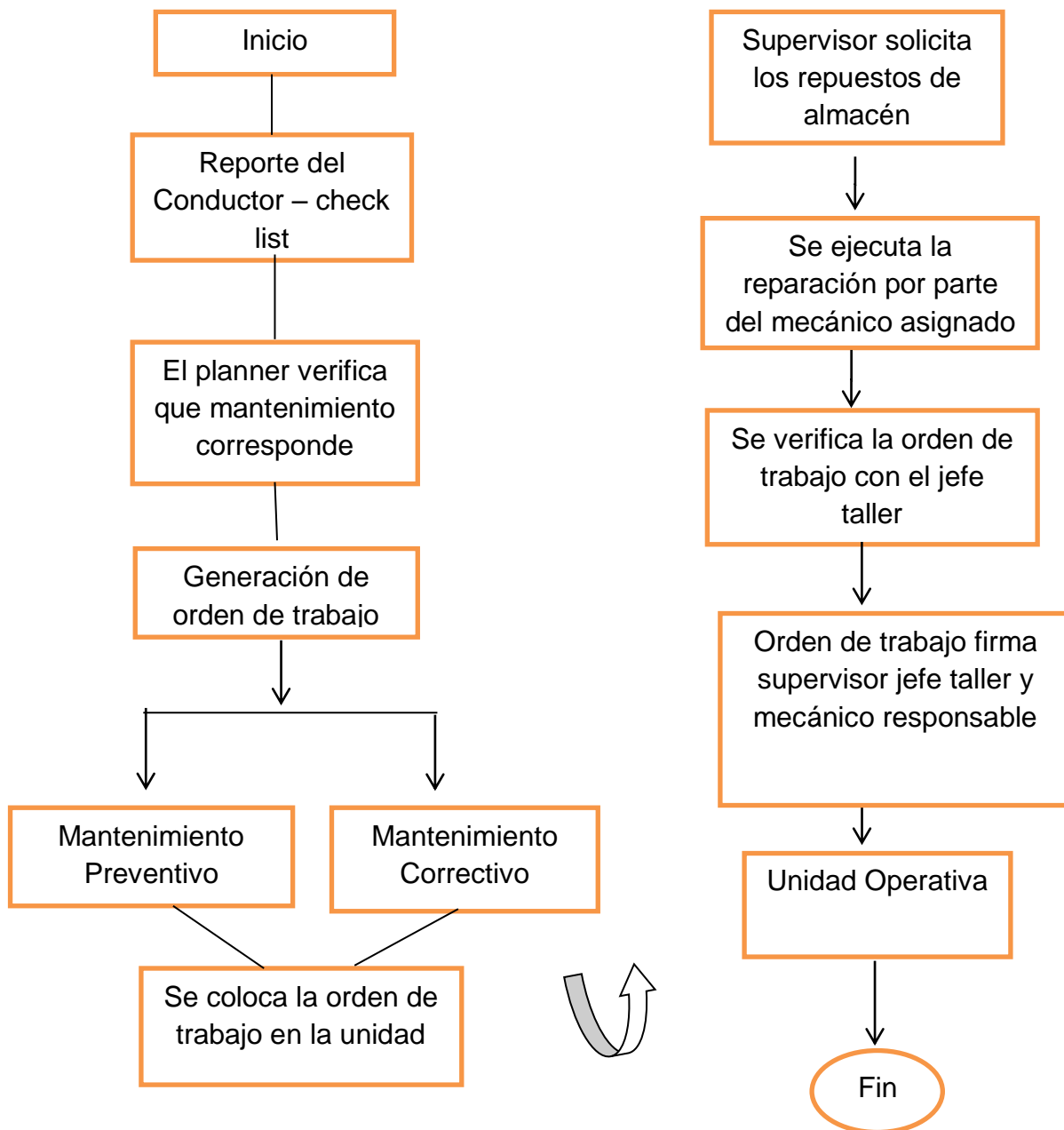


Figura 44. Flujograma del sistema del mantenimiento preventivo

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

1. La falta de un sistema de Gestión de Mantenimiento en la empresa Transportes Hagemsa S.A.C. trae como consecuencia que no se lleve en forma organizada la administración y control de las operaciones del área de mantenimiento, generándose pérdidas de tiempo por paros innecesarios. Con esta tesis se buscó reducir el mantenimiento correctivo y lograr el control de los costos de operación.
2. El mantenimiento correctivo que se llevaba a cabo hasta hace poco tiempo en la Transportes Hagemsa, se vio disminuido gracias al fiel cumplimiento del plan estratégico de mantenimiento Preventivo.
3. Gracias al desarrollo del plan estratégico de mantenimiento preventivo, las coronas del tractocamión se vieron favorecidas ya que su vida útil de cinco años en vez de acortarse como sucedía con el mantenimiento correctivo, ahora esta se alargará en un 30 % aproximadamente.

4. Al implementarse el Plan de Gestión de Mantenimiento Preventivo, se alargará la vida útil de los componentes de los tracto camiones. Tal como sucedió con las coronas.
5. El diseño de un plan de mantenimiento estratégico preventivo a los tractocamiones de la empresa Transportes Hagemsa S.A.C., es una oportunidad para poder mejorar la prestación de servicio a sus clientes y aumentar la disponibilidad de los equipos.
6. La Disponibilidad de los equipos se aumentó: disminuyendo las detenciones imprevistas, los tiempos detenidos, tanto imprevistos como de mantenimiento. Planificar y coordinar las tareas de modo que se puedan ejecutar solapadas en la misma parada. Ayuda a que las frecuencias de las tareas sean múltiplos entre sí. Disponer de los repuestos y herramientas, asegurarse que todo lo necesario esté en el lugar al momento de hacer el trabajo.
7. Las paradas no se eliminarán completamente, pero si se reducirán los tiempos por mantenimiento correctivo.
8. El costo y el tiempo de reparación de la corona son muy altos y perjudiciales para la empresa. Estos pueden ser evitados con el cumplimiento del plan de gestión de mantenimiento. Se comprobó

que del año 2014 en comparación al 2015, se disminuyó el número de reparaciones y hubo un ahorro de S/ 39 745,80.

9. El plan estratégico de mantenimiento representará un mecanismo por medio del cual la empresa optimizará su servicio, es decir que no tendrá paradas de producción imprevistas que dificulten el desarrollo y el cumplimiento de trabajos de parte de la misma o riesgos en los operarios y que es fundamental para conservar los equipos de la empresa en una condición segura y óptima.
10. La implementación del plan de gestión de mantenimiento preventivo, no tiene un costo ni una inversión monetaria, solamente con el adecuado trabajo y el orden en las funciones, este plan se llevó a cabo.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, para la Escuela de Ingeniería Mecánica (ESMC), que los cursos de Gestión de Mantenimiento no deben de ser opcionales, deben ser obligatorios para la carrera, asignándole un creditaje.
2. Se recomienda a la ESMC, la complementación académica en los principales cursos aplicativos de la malla curricular; con visitas a las principales empresas industriales de la localidad y ciudades cercanas.
3. Se recomienda a Transportes Hagemsa, que con la aplicación del Plan de Gestión de Mantenimiento Preventivo, hacer una reevaluación de los principales proveedores para facilitar el abastecimiento oportuno de los componentes críticos del mantenimiento de los tractocamiones.
4. Se recomienda a la empresa Transportes Hagemsa, la capacitación constante del personal administrativo, supervisores y técnicos, del área de Mantenimiento; con especialistas de cada una de las funciones que cumplen, para mejorar la eficacia y eficiencia

en las reparaciones de los tractocamiones y gestiones del mantenimiento.

5. Se recomienda actualizar constantemente el Plan de Gestión de Mantenimiento implementado, para contar con datos reales y precisos, que ayuden a la toma de decisiones de la alta gerencia de la empresa para mejorar la rentabilidad de esta.
6. Se recomienda a Transportes Hagemsa, continuar con la ejecución del Plan de Gestión de Mantenimiento Preventivo implementado con esta tesis; y evaluar además usar un software de Gestión de Mantenimiento de Flotas como el SAP en el módulo de mantenimiento estandarizado a la empresa, para alargar la vida útil de los componentes de los tractocamiones y dar un paso más adelante en la búsqueda constante de la perfección para la Gestión del Mantenimiento.
7. “No se puede mejorar lo que no se puede medir”, es esta la frase que resume esta tesis, para la Gestión de Mantenimiento es el manejo de indicadores de gestión y de lo que sucede en el taller preciso y oportuno para poder tomar acciones correctivas.

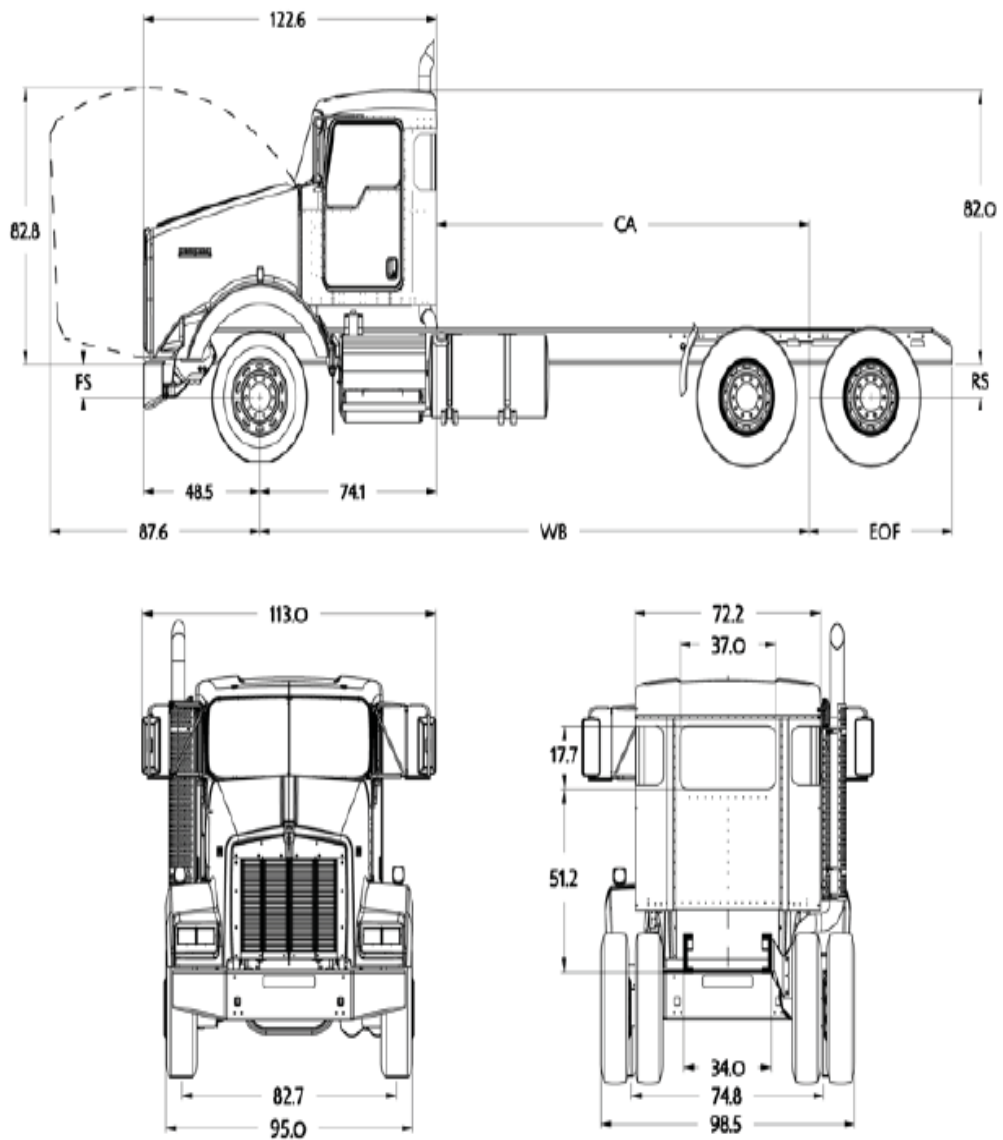
BIBLIOGRAFÍA

1. ALPIZAR VILLEGAS EMILIO (2001), Operación, Mantenimiento y Control de Calidad.
2. ARQUES PATON, JOSE LUIS (2009), Ingeniería y Gestión del Mantenimiento Ferroviario.
3. CHINA, JORGE PEIDRO BARRA (2012), Ejercicios prácticos de Ingeniería del Mantenimiento.
4. CUATRECASAS, Luis. (2003). TPM: Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción. [Libro]. Barcelona: Ediciones Gestión 2000 S.A.
5. CUMMINS.(2011). [en línea]. <http://cumminsengines.com/>
6. FEDERAL MOGUL (2001) Manual de servicio, Ejes de Mando en Tándem Reducción Sencilla e Inmovilizador de Diferencial en Reducción Sencilla DANA SPICER.
7. GANOZA, José. (2010). Gestión del mantenimiento II. [Manual]. Lima: Tecsup.
8. GONZALES FERNANDEZ, Francisco Javier. (2011). Teoría y práctica del Mantenimiento industrial avanzado. [Libro]. Madrid: Fundación confemetal. Cuarta Edición.

9. GONZALES, FRANCISCO JAVIER (2004), Auditoría del Mantenimiento e Indicadores de Gestión.
10. KOMATSU. (2011). [en línea]. <http://www.komatsu.com/>
11. MORA GUTIÉRREZ, Alberto. (2009). Mantenimiento. Planeación, ejecución y control [Libro]. Bogotá: Alfaomega Colombiana S.A. Primera Edición.
12. PANTOJA, YUSCY & ELVIN VALVUENA, (2012) Ingeniería del mantenimiento.
13. PEREZ J, Carlos Mario. Gerencia de Mantenimiento – Sistemas de Información. Soporte y Cia Ltda – Colombia
14. RCM2 – Reliability – Centered – Maintenance. Aladon, Inglaterra
15. REY SACRISTÁN, Francisco. (2005). Manual de mantenimiento integral en la empresa. [Libro]. Madrid: Fundación Confemetal. Segunda Edición.
16. S. DUFFUAA, A. RAOUF, J. DIXON. Sistemas de Mantenimiento: Planeación y Control. 1 ed. México D.F.: Limusa Wiley, 2000.
17. TAVARES, LOURIVAL A. (2000) Administración moderna de mantenimiento.

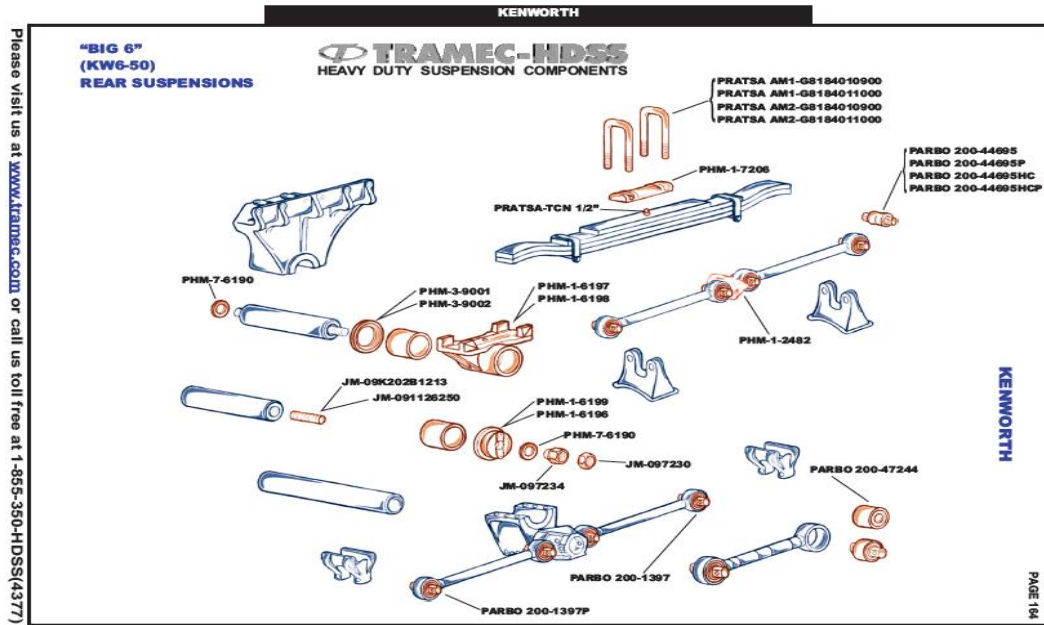
ANEXOS

Anexo 1. Dimensiones camión Kenworth del T660



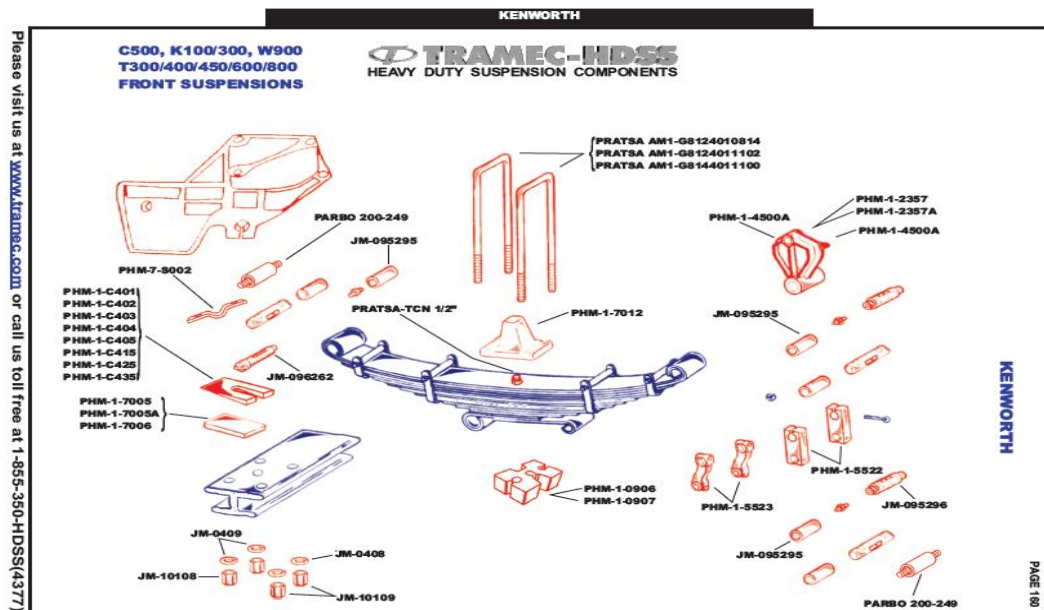
Fuente: kenworthheavyadutybodymanual.pdf

Anexo 2. Bujes y barras de suspensión Posterior



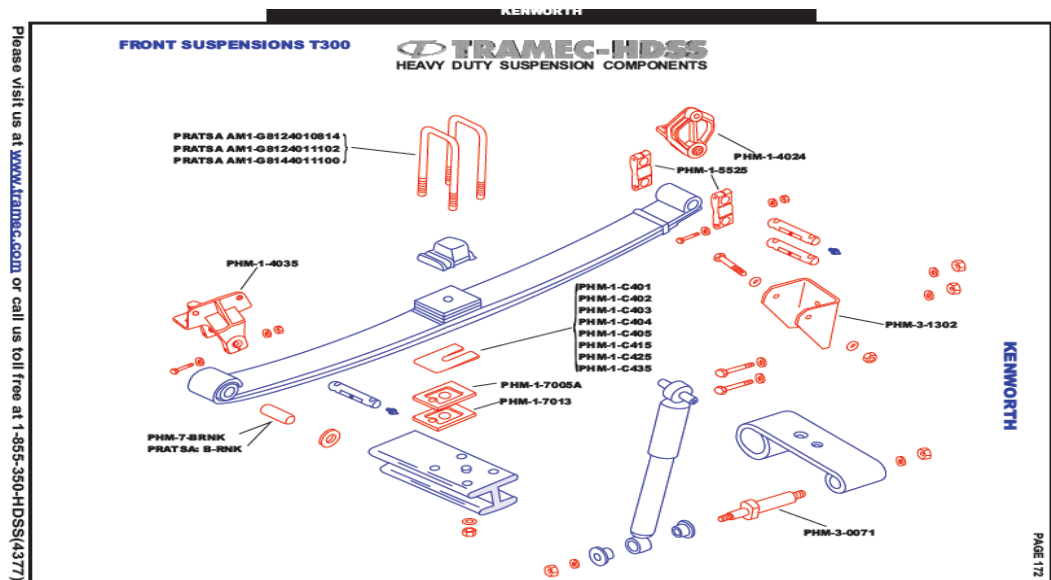
Fuente: Kenworth_susp manual de partes del sistema de suspension airglide.pdf

Anexo 3. Abrazaderas y componentes de muelles delanteros



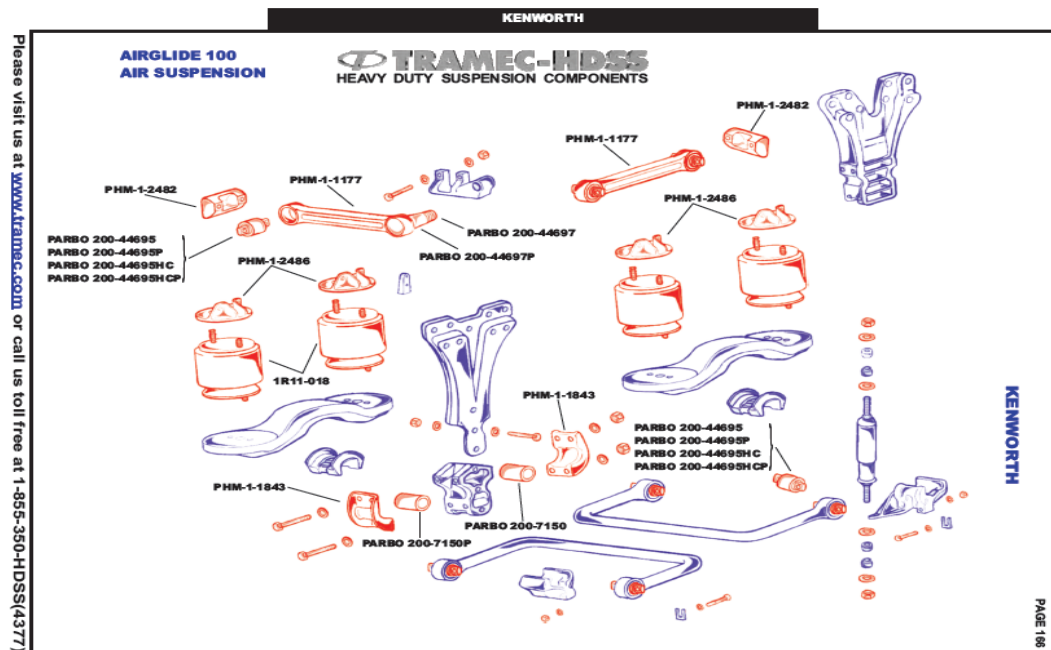
Fuente: kenworth_susp manual de partes del sistema de suspension airglide.pdf

Anexo 4. Despiece de muelles de suspensión delantera



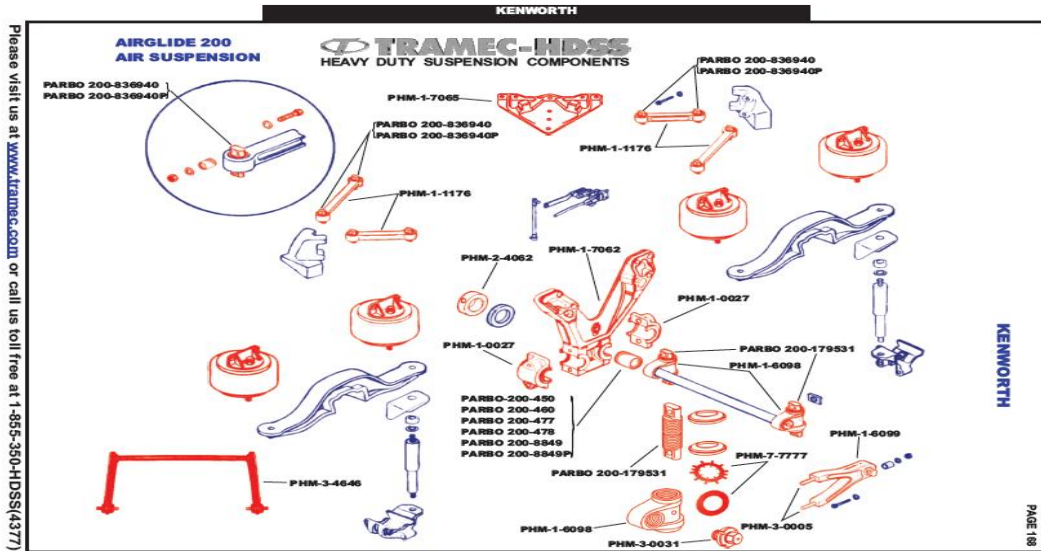
Fuente: kenworth_susp manual de partes del sistema de suspension airglide.pdf

Anexo 5. Componentes del sistema de suspensión



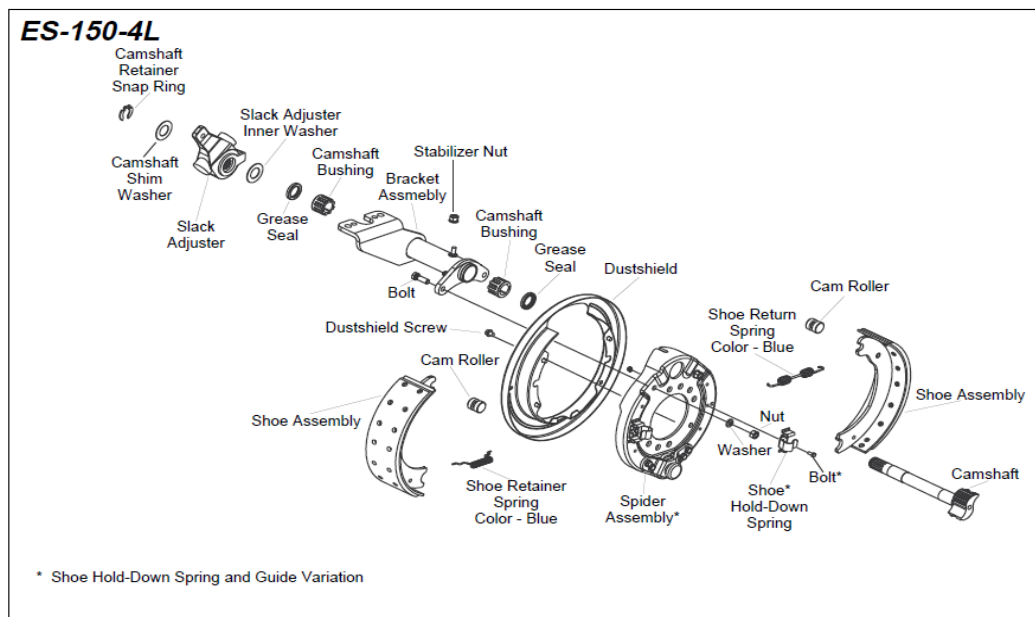
Fuente: kenworth_susp manual de partes del sistema de suspension airglide.pdf

Anexo 6. Componentes del sistema de suspensión neumática



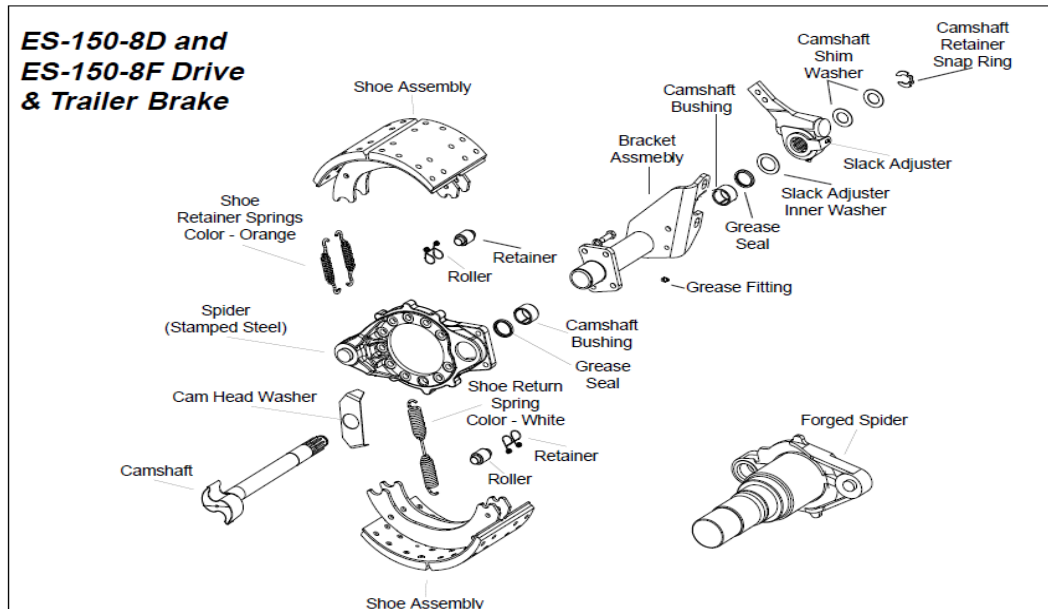
Fuente: kenworth_susp manual de partes del sistema de suspension airslide.pdf

Anexo 7. Despiece del conjunto de frenos



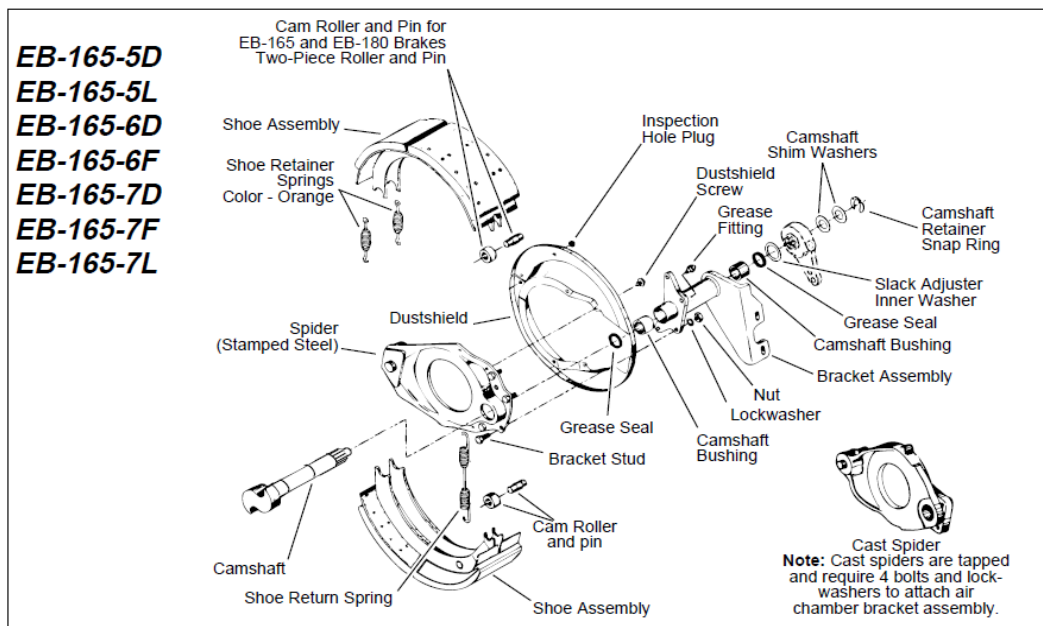
Fuente: Manual de servicio frenos Eaton modelos EB & ES.pdf

Anexo 8. Despiece de eje pivot



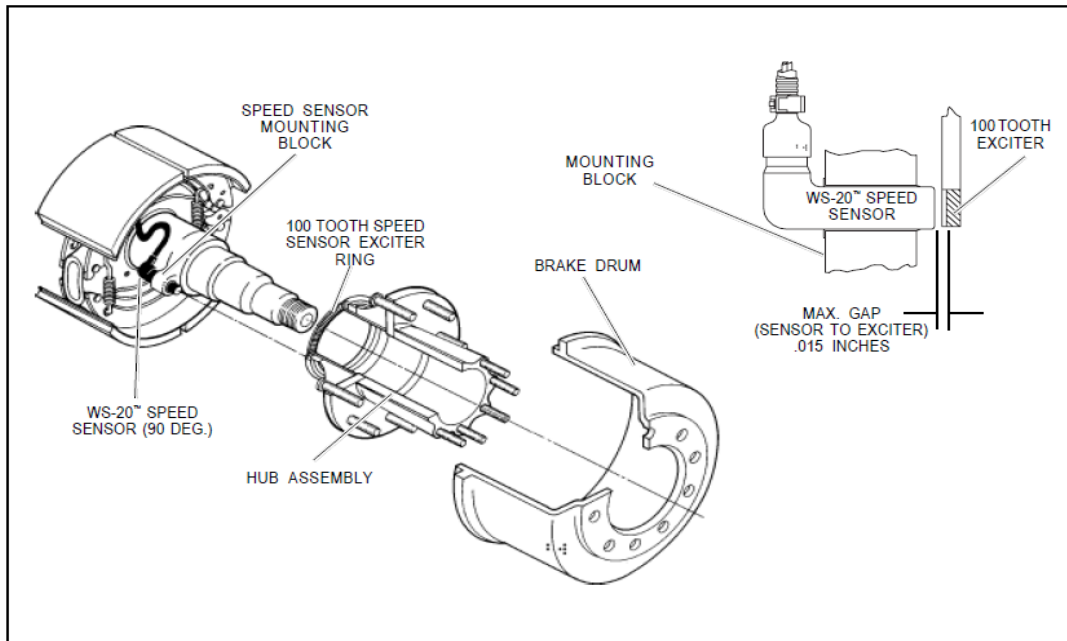
Fuente: Manual de servicio frenos Eaton modelos EB & ES.pdf

Anexo 9. Despiece de eje s



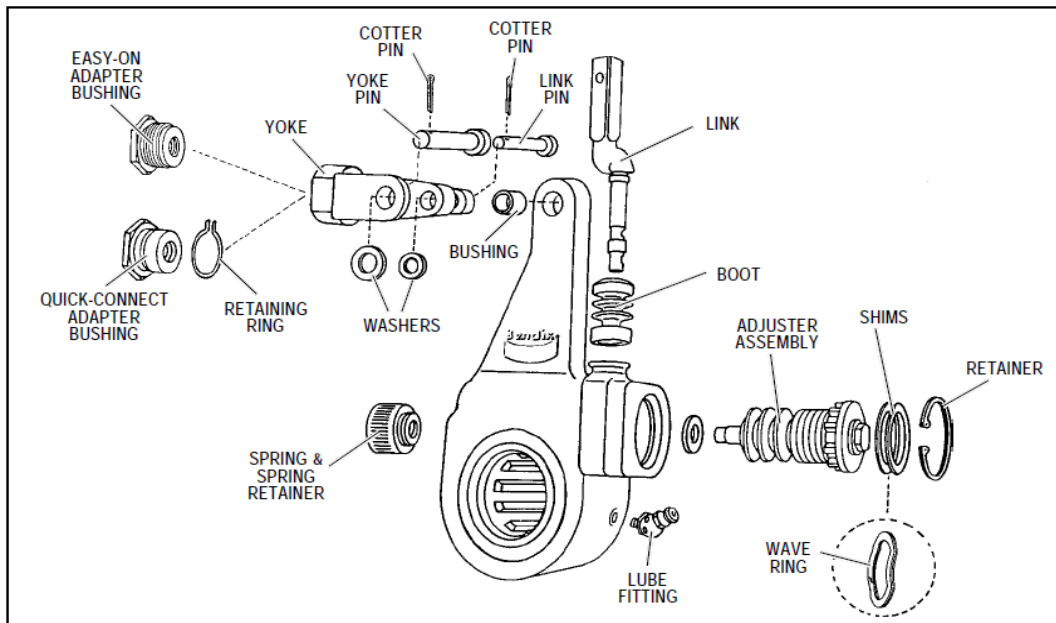
Fuente: Manual de servicio frenos Eaton modelos EB & ES.pdf

Anexo 10. Instalación del sensor de velocidad



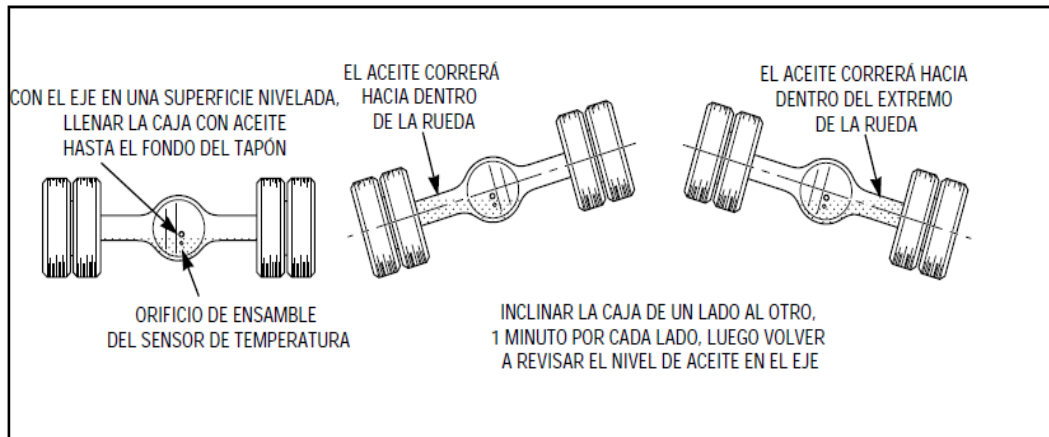
Fuente: Manual de servicio frenos Eaton modelos EB & ES.pdf

Anexo 11. Despiece del ajustador automático



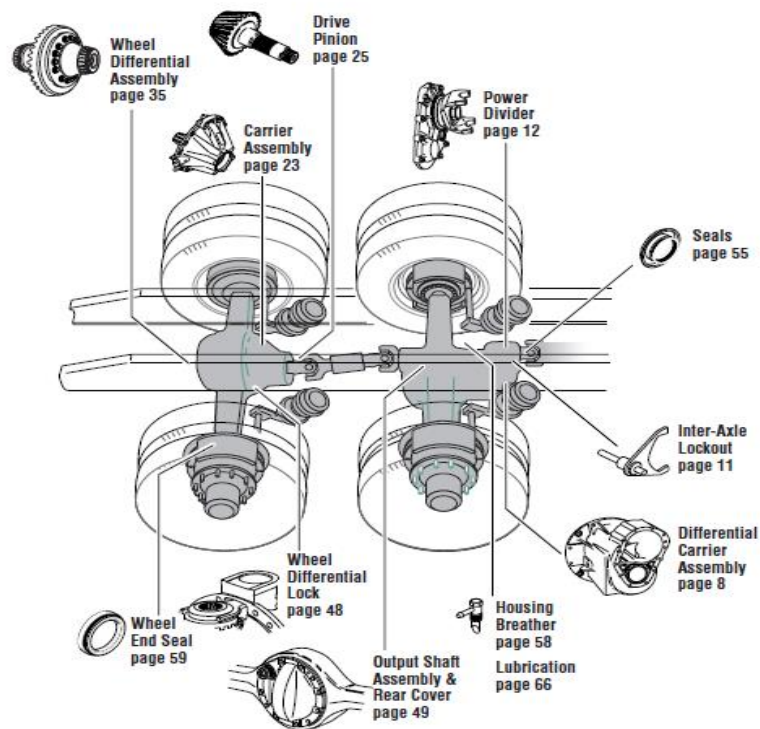
Fuente: Servicio de mantenimiento ajustadores automaticos hadex

Anexo 12. Inclinación del eje posterior



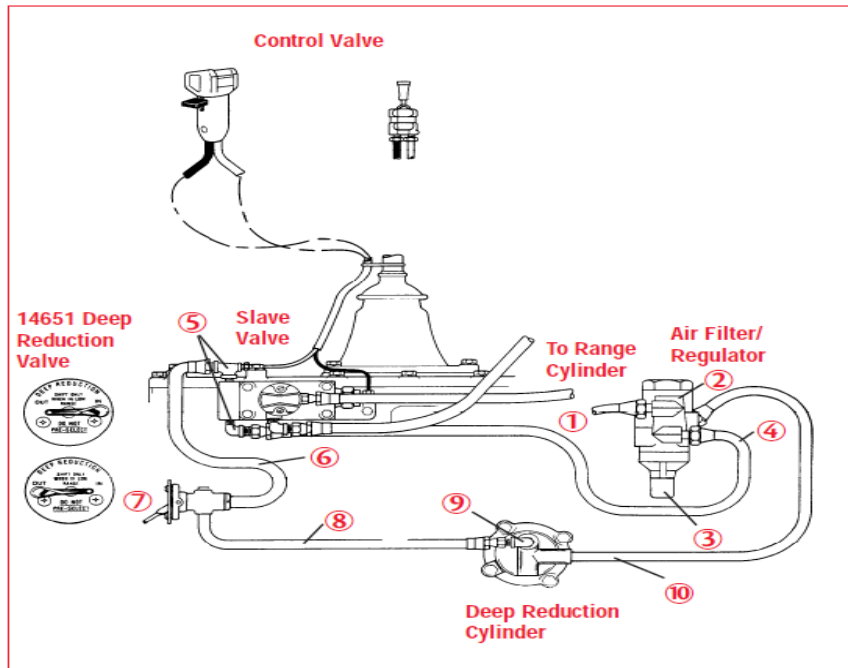
Fuente: Manual Puesta a punto – Federal mogul

Anexo 13. Sistema de transmisión



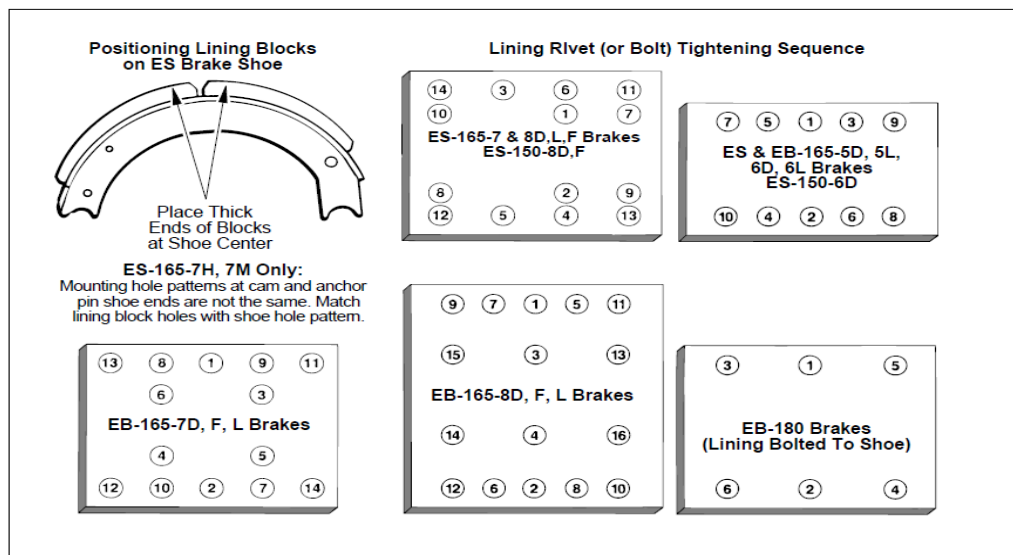
Fuente: Manual de servicio tandem drive axles

Anexo 14. Reducción con la válvula montada en el tablero



Fuente: Servicio Eaton Fuller TRTS -0920.pdf

Anexo N° 15 ubicación de los remache de fajas



Fuente: Fuente: Manual de servicio frenos Eaton modelos EB & ES.pd

Anexo 16. Instalación del embrague al volante

Instale el embrague al volante

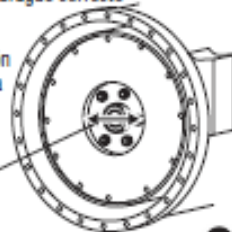
! **IMPORTANTE:** Use la Guía de selección de embragues Eaton Fuller (CLSL-1310) para asegurarse de tener el embrague correcto

! **ADVERTENCIA:** Un embrague armado pesa unas 68 kg (150 lbs). Evite riesgos de lesiones. Use el equipo correcto para levantar un embrague.

- 1** Mida el diámetro interior del volante. Use la Guía de selección de embragues Eaton Fuller para verificar que el amortiguador quepa en el orificio interior del volante.

7.0" (de 8 resortes)
8.5" (de 10 resortes)
10.0" (de 6 y 7 resortes, Mack de 9 resortes)

NOTA: Mack de 9 resortes sólo para motor Mack



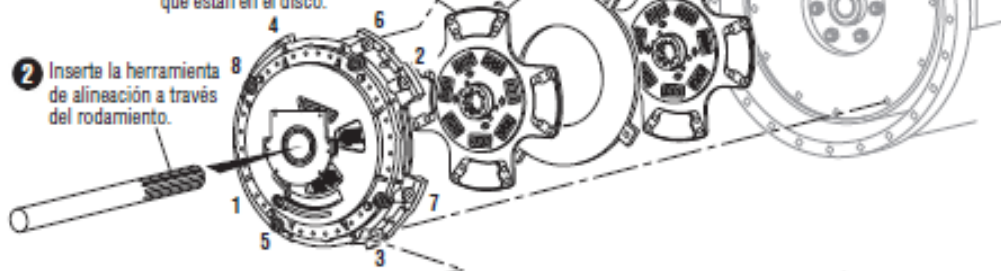
- 6** Instale dos pasadores de 7/16" x 14 UNC x 5" en los orificios superiores de armado. Instale el embrague armado.

- 5** Instale el segundo disco en la herramienta de alineación. Siga las instrucciones de orientación que están en el disco.

- 4** Instale el plato intermedio en las ranuras de la cubierta del embrague. El lado del volante debe enfrentarse al volante.

- 3** Instale el disco en la herramienta de alineación. Siga las instrucciones de orientación que están en el disco.

- 2** Inserte la herramienta de alineación a través del rodamiento.



- 7** Instale las arandelas de seguridad y apriete a mano los tornillos de montaje (7/16" x 14 UNC x 2-1/4" clasificación 5). Reemplace los pasadores con arandelas de seguridad y tornillos.

- 8** Apriete los tornillos de montaje en un patrón cruzado comenzando con un tornillo inferior (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8). Apriételos a un torque de 54-68 Nom (40-50 lbs pie).

- 9** Remueva los cuatro tornillos de transporte amarillos en un patrón cruzado.

- 10** Retire la herramienta de alineación.

- 11** Use un punzón de punta plana de 1/4" para golpear ligeramente los cuatro pasadores del plato intermedio hacia el volante.



Fuente: Manual de Servicio Eaton-Fuller

Anexo 17. Ficha técnica del Kenworth Modelo T660



EPA'04



Motores

Cummins ISM 330HP; 1,250/1,450 LP.

Opciones:

ISM de 330HP hasta 410HP Cummins
ISX de 400HP hasta 485HP Cummins
C13 de 335HP hasta 430HP Caterpillar.
C15 de 435HP hasta 500HP Caterpillar.

Equipo de Motor

Compresor Cummins 18.7 CFM.
Filtro de aire tipo seco sobre motor Powercore.
Radiador de 1,240 pulg.² área frontal.
Sistema de escape vertical sencillo.
Sistema de encendido PACCAR de 12 voltios.
Alternador PACCAR 130 amps.
(3) Baterías PACCAR, libres de mantenimiento, 12 voltios.
Filtro para combustible FS1000.
Freno de motor.
Sensor de bajo nivel de refrigerante.

Opciones:

Filtros separadores agua/combustible.
Terminales de carga de baterías bajo capó.
Terminales para desconectar baterías en interior de cabina.

Transmisión y Equipo

Fuller FRO13210C 10 velocidades.
Flechas Cardán Serie 1,810.
Embrague Fuller 15.5"; 1,650 LP.
Freno de embrague.
Aceite sintético en transmisión y ejes.

Opciones:

Fuller RTLO 13 y 18 velocidades Autoshift.
Fuller Autoshift Gen3, 10 y 18 velocidades.
Spicer PSDO 18 velocidades.
Fuller FRO 10 velocidades.
Equipo: Embragues "SOLO" hasta 2,050 LP.
Flechas Spicer SPL-250 mantenimiento extendido.

Fuente: http://www.kenworthlaguna.com.mx/media/pdf/T660/ficha_tecnica.pdf

Opciones:

DANA D46-170H y D46-170, 46,000 lbs.
Frenos DANA "ES" 16.5" x 7" 46,000 lbs.
Paquete LMS frenos DANA (Incluye ajustadores automáticos).
Ejes Meritor 40,000 y 46,000 lbs.
Dirona RT 44-158, 44,000 lbs.
Sistema de frenos ABS 6S/6M opcional con ATC (Control Automático de Tracción) y ESP (Programa Electrónico de Estabilidad).

Opciones: Suspensiones

KENWORTH
AG460; 46,000 lbs.
HENDRICKSON
Neumática:
HAS402; 40,000 lbs.
HAS460; 46,000 lbs.
PRIMAAX; 46,000 y 52,000 lbs.

Llantas y Ruedas

(2) Bridgestone R250F; 11R24.5, 14 capas.
(8) Bridgestone M726EL; 11R24.5, 14 capas.
10 Ruedas de acero Accuride 24.5" x 8.25".

Opciones:

Bridgestone: 22.5 y 24.5 disponibles en perfil estándar y perfil bajo (Low profile) 14 y 16 capas.
Rines de aluminio Kenworth-Alcoa estilizados: 22.5" y 24.5" sin pulir y pulidos o Durabright.
Rines de acero con pintura permanente marca Accuride.

Tanques de Combustible

(1) 378 litros tras cabina lado derecho.
Tapón para tanque de combustible sin llave.

Opciones:

Tanques de aluminio de 24.5" y 22" de diámetro.
Capacidades: 284, 378 y 454 l.
Dispositivo Anti-Sifón para tanque de combustible.
Tapones para tanque con llave.