

Facultad de Tecnología de la Industria

Propuesta de plan de mantenimiento preventivo en la flota vehicular de camiones cabezal de la marca Freightliner e International de la empresa de transporte Baltodano, en el municipio de Ciudad Sandino, del departamento de Managua, Nicaragua.

Trabajo monográfico para optar al título de Ingeniero Industrial

Elaborado por:

**Br. Samantha
Priscila Espinoza
Navarro**

**Carnet:
2017-0055I**

**Br. Aida Lucia
Borgen Núñez.**

**Carnet:
2015-0527I**

Tutor:

**Br. Wilfredo Efraín
Cerdeza Gutiérrez** | **MSc. Paul Arafat
Guadamuz Herrera**

**Carnet:
2017-0853I**

Marzo 2023

Managua, Nicaragua

Índice General

I. Introducción.....	1
II. Objetivos.....	2
2.1 Objetivo General:	2
2.1.1 Objetivos Específicos:	2
III. Marco Teórico.....	3
3.1. Mantenimiento vehicular	3
3.2. Plan de mantenimiento	3
3.3. Planeación del mantenimiento	3
3.3.1. Procesos de planeación	3
3.4. Programación del mantenimiento	4
3.5. Control del mantenimiento.	4
3.5.1. Funciones de control del mantenimiento.	4
3.6. Mantenimiento preventivo.....	5
3.6.1 Tipos de mantenimiento preventivo	5
3.7. Objetivos del mantenimiento preventivo.....	6
3.8. Procesos del mantenimiento preventivo	6
3.9. Flota vehicular.....	7
3.9.1. Tipo de flota vehicular	7
3.10. Vehículos de transporte de carga	7
3.10.1. Freightliner	7
3.10.2. Internacional.....	8
3.11. Vida útil	8
3.12. Bitácora.....	8
3.13. Costos	9

3.13.1. Mecanismo de costeo.....	9
3.13.2. Tipos de costos de mantenimiento	9
3.14. Diagnostico scanner	10
3.15. Recursos humanos	10
3.16. Equipos y herramientas.....	11
IV. Diseño Metodológico.....	12
4.2. Línea de investigación	12
4.3. Población.....	12
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección	12
4.4.1. Revisión de registros	13
4.4.2. Entrevistas.....	13
4.5. Análisis de Datos	13
IV. Desarrollo metodológico.....	14
5.1. Estado de la Empresa	14
5.2. Ubicación	16
5.3. Estructura de la empresa	16
5.3.1. Análisis del Estado Actual de Flota	18
5.4. Plan de mantenimiento preventivo.....	20
5.4.1. Tareas de mantenimiento realizadas.....	20
5.4.2. Mantenimiento preventivo propuesto	26
5.4.2.1. Tareas de Mantenimiento preventivo a realizarse según lo propuesto	27
5.4.3. Ficha Técnica.....	33
5.5. Programación del mantenimiento preventivo actual	36
5.5.1 Programación del mantenimiento preventivo propuesto.....	39
5.6. Establecimientos de Costos del Plan de Mantenimiento	41

5.6.1. Costos actuales de la empresa Baltodano respecto a sus mantenimientos	41
5.6.2. Costos asociados al plan de mantenimiento propuesto	43
5.7. Empleo de bitácoras.....	44
VI Conclusiones.....	52
VII Recomendaciones.....	53
VIII Bibliografía.....	54
IX Cronograma de Ejecución.....	55
X. Anexos.....	57

Índice de tablas

Tabla 1. Inventario actual de cabezales	14
Tabla 2. Estructura de la empresa sobre la flota vehicular	18
Tabla 3. Plan de mantenimiento actual aplicado	20
Tabla 4. Mantenimiento preventivo MTP1 aplicado en la empresa.....	21
Tabla 5. Mantenimiento preventivo MTP2 aplicado en la empresa.....	22
Tabla 6. Mantenimiento preventivo MTP4 aplicado en la empresa.....	24
Tabla 7. Plan de mantenimiento preventivo propuesto cabezal freightliner	26
Tabla 8. Mantenimiento inicial MI cabezal freightliner.....	27
Tabla 9. Mantenimiento MTP1 cabezal freightliner	27
Tabla 10. Mantenimiento preventivo MTP2 cabezal freightliner	29
Tabla 11. Mantenimiento preventivo MTP3 cabezal freightliner	30
Tabla 12. Mantenimiento preventivo MTP4 cabezal freightliner	30
Tabla 13. Plan de mantenimiento preventivo propuesto cabezal International.....	31
Tabla 14. Mantenimiento preventivo international	32
Tabla 15. Costos actuales asociados al mantenimiento.....	42
Tabla 16. Costos indirectos operativos del mantenimiento de cabezales.....	42
Tablas 17. Costos anuales de plan actual de mantenimiento de cabezales.....	43
Tabla 18. Costos asociados al plan de mantenimiento propuesto.....	43
Tabla 19. Análisis de costo beneficio del mantenimiento actual en comparación con el propuesto.....	44
Tabla 20. Registro de entrada y salida del cabezal.....	46
Tabla 21. Registro de mantenimiento preventivo.....	47

Tabla 22. Registro de salida checklist MTP1	48
Tabla 23. Registro de salida checklist MTP2	49
Tabla 24. Registro de salida checklist MTP3	49
Tabla 25. Registro de salida checklist MTP4	50
Tabla 26. Solicitud de orden de trabajo tercerizado	51

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Organigrama de la empresa Baltodano.....	17
Ilustración 2. Resultados generales de la situación actual mediante diagnóstico scanner de la flota vehicular	19
Ilustración 3. Ficha técnica cabezal Freightliner	34
Ilustración 4. Ficha técnica cabezal International	36
Ilustración 5. Estructura general de un cabezal	36
Ilustración 6. Calendarización anual del mantenimiento transporte Baltodano	38
Ilustración 7. Calendarización anual del mantenimiento preventivo propuesto.....	40

Glosario de Términos

MTP: Corresponde a las siglas acorde al tipo de tarea denominado como Mantenimiento Preventivo.

MI: Mantenimiento inicial.

RPM: Lector de Revoluciones por Minutos en el torque de los engranes del motor, rango mínimo 15,000 hasta 25,000 como rango máximo.

MTP1: Mantenimiento preventivo número uno.

MTP2: Mantenimiento preventivo número dos.

MTP3: Mantenimiento preventivo número tres.

MTP4: Mantenimiento preventivo número cuatro.

% Δ -C-B: Es el porcentaje de la diferencia entre el plan actual y plan propuesto.

Δ -C-B: Es la diferencia simétrica entre el plan actual y el plan propuesto.

GNL: Gas natural licuado en el transporte es una opción adecuada para alimentar grandes camiones de larga distancia en zonas donde no hay red de gas y el gas se debe transportar como GNL a las estaciones de Servicio.

HVAC: Es un sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionado (HVAC, por sus siglas en inglés de (Heating, Ventilating and Air Conditioning). Se trata de un conjunto de métodos y técnicas que estudian y trabajan sobre el tratamiento del aire en cuanto a su enfriamiento, calentamiento y deshumidificación.

GNC: Gas Natural Comprimido.

CAT: Marca Caterpillar.

AD-9: Modelo de secador de aire.

HVAC: Es el acrónimo de calefacción, ventilación y aire acondicionado, que son los sistemas que regulan el clima de los espacios cerrados.

D-2A: Código del área donde se regulan los frenos.

I. Introducción.

Un plan de mantenimiento preventivo tiene como finalidad en cualquier organización el preservar la vida útil de los activos utilizados en la productividad operativa de acuerdo al giro del negocio, teniendo un servicio efectivo de los equipos y evitando interrupciones innecesarias que afecten la operación de la misma, facilitando un control eficiente de la programación de las tareas, así como los recursos utilizados.

La presente propuesta corresponde a la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa de transporte Baltodano ubicada en el municipio de Managua, para el año 2023, cuyo beneficio será una eficiente administración de la programación de tareas de mantenimiento, así como los recursos técnicos, materiales y económicos, y paralelo a ello programar de forma eficaz los trabajos de preservación de los activos que corresponde a una flota vehicular de 29 cabezales siendo en su mayoría de la marca Freightliner y en menor proporción International.

Dicha propuesta estará conformada en 4 partes a desarrollar por lo cual está dividido en los siguientes componentes: el análisis y situación actual de la flota de la empresa y su modo de operación, el plan de mantenimiento actual ejecutado por la organización acorde a los recursos empleados, la programación del mantenimiento asociado al plan actual y propuesto, y como último componente son determinados los costos asociados al plan de mantenimiento, su comparativa entre planes, el costo beneficio de la propuesta y las bitácoras de registro y control, necesarios en caso de llevar a término la realización de la misma, correspondiente a la tentativa ejecución de dicha alternativa de plan de mantenimiento.

II. Objetivos.

2.1 Objetivo General:

Proponer un plan de mantenimiento preventivo en flota vehicular de camiones cabezal marca Freightliner e internacional de la empresa de transporte Baltodano, con el fin de disminuir los costos de mantenimiento que estas generan, llevar un debido control de los procesos que se han realizado, así mismo de racionalizar los gastos de mantenimiento.

2.1.1 Objetivos Específicos:

1. Identificar el estado actual de los cabezales mediante diagnostico scanner.
2. Designar la programación de mantenimiento preventivo a realizarse en cada cabezal, para reducir los costos de mantenimiento correctivo que estos puedan generar.
3. Distinguir los mecanismos de costeo: mano de obra y materiales.
4. Emplear bitácoras que permitan llevar un control correcto del mantenimiento de los equipos.

III. Marco Teórico.

Este capítulo abordara las diferentes definiciones necesarias a conocer para la mejor comprensión de un plan de mantenimiento preventivo.

3.1. Mantenimiento vehicular

Según (Ubitec, s.f.) el mantenimiento vehicular consiste en:

Un conjunto de tareas programadas que le permite a las empresas llevar un control detallado de todas las unidades, verificar la fecha en que debe realizarse el mantenimiento preventivo o correctivo a cada uno de los vehículos y evitar que las unidades queden fuera de circulación, ya que eso afecta de forma negativa la operación de la empresa.

Tener una programación o fechas estimadas de reparaciones preventivas para cada uno de los vehículos ayuda a que la empresa disponga de unidades útiles y funcionales por más tiempo, ahorrando gastos de reparación y una disminución de costos.

3.2. Plan de mantenimiento

Un Plan de Mantenimiento es, en esencia, un documento cuyo objetivo es determinar la frecuencia y periodicidad de las actividades de mantenimiento. Además de eso, está destinado a detallar el tipo de mantenimiento para cada máquina y como debe ser ejecutado de una manera clara y simple. (Lidvic Suazo, s.f.).

3.3. Planeación del mantenimiento

La planificación de mantenimiento implica la supervisión de condiciones de activos para evaluar la necesidad de trabajo de mantenimiento a corto plazo. Las decisiones en planificación de mantenimiento se basan en la disponibilidad de herramientas, mano de obra y recursos.

3.3.1. Procesos de planeación

Existen diferentes reglas aplicables en un proceso de planeación, pero básicamente se debe seguir una serie de pasos secuenciales para llevar a cabo una planeación efectiva de las actividades de mantenimiento, estos son:

- Determinar las necesidades de los equipos, que pueden ser originados por uso de bitácoras, reporte de frecuencias de falla, estadísticas de comportamiento, o comunicación verbal de los operadores.
- Diagnosticar las causas de falla, mediante investigación y análisis.
- Planear las soluciones alternativas y proponer las acciones correctivas, mediante listado de las actividades.
- Programar lo planeado con la secuencia de actividades.
- Evaluar el programa en carga de trabajo.
- Confrontar la carga de trabajo con la fuerza de trabajo.
- Informar, y controlar el programa con producción.
- Elaborar la reprogramación si fuere necesario.

3.4. Programación del mantenimiento

La programación en el mantenimiento industrial se sustenta en la secuencia de efectuar los trabajos según las referencias sugeridas o planteadas y, obviamente, se tiene en cuenta la periodicidad; apoyándose en el orden en que se deben ejecutar los mantenimientos, de acuerdo con la urgencia, disponibilidad del equipo, disponibilidad del personal, locaciones, herramientas, transporte y del material necesario, como repuestos.

La programación del mantenimiento se fundamenta de acuerdo con los equipos y también según la inspección que se lleva a cabo en las empresas o compañías, estas programaciones pueden ser diaria, semanal, quincenal, mensual, semestral o anualmente. (Pérez Rondón, 2021)

3.5. Control del mantenimiento.

El control del mantenimiento es el proceso de supervisar el rendimiento del mantenimiento y compararlo con los objetivos establecidos. Esto incluye la medición del rendimiento del mantenimiento, la evaluación de los resultados y la toma de decisiones para mejorar el rendimiento.

3.5.1. Funciones de control del mantenimiento.

- Coordinación y planeación de las órdenes de trabajo: se encarga de satisfacer la demanda de mantenimiento, cumpliendo al mismo tiempo los requerimientos de producción (servicio) y las capacidades de los recursos de mantenimiento.

- Procesamiento de las órdenes de trabajo: consiste en la liberación de órdenes, la programación y el despacho del trabajo.
- Retroalimentación de información y acción correctiva: se ocupa esencialmente de la recopilación de información y la toma de decisiones para alcanzar las metas y los objetivos establecidos. (Dixon, 2000)

3.6. Mantenimiento preventivo.

Se define como mantenimiento preventivo a la acción de revisar de manera sistemática y bajo ciertos criterios a los equipos o aparatos de cualquier tipo (mecánicos, eléctricos, informáticos, etc.) para evitar averías ocasionadas por uso, desgaste o paso del tiempo.

El mantenimiento preventivo se adelanta a las averías antes de que ocurran o hace que sean menos graves, por lo que disminuye el gasto en reparaciones y el tiempo en el que los equipos dejan de estar operativos debido a las mismas.

3.6.1 Tipos de mantenimiento preventivo

Según (Antoine Talva, 2021), clasifico los diversos tipos de mantenimiento preventivo en cuatro categorías:

- **Mantenimiento programado:**

Es el mantenimiento basado en el tiempo, es importante en términos de criticidad en lo que respecta a las primeras etapas de degradación de un equipamiento, realizándose a intervalos de tiempos predefinidos, siguiendo un criterio de uso, sin tomar en cuenta las condiciones de uso de la máquina.

- **Mantenimiento de oportunidad:**

Es el mantenimiento el cual aprovecha un periodo en que no está utilizando el equipo para realizar intervenciones de mantenimiento, y así evitar cualquier tipo de corte que afecte su disponibilidad.

- **Mantenimiento basado en la condición:**

Es aquel utilizado para vigilar el funcionamiento de las maquinas o equipos, precisamente los parámetros (presión, nivel, flujo, etc.), integrando acciones resultando de estos controles.

➤ **Mantenimiento predictivo:**

Se refiere a la realización a partir de estimaciones siguiendo análisis y evaluaciones de los parámetros de la máquina. Siendo este tipo de mantenimiento costoso, necesita herramientas sofisticadas y se utiliza solamente para elementos con una criticidad en términos de seguridad y costes.

3.7. Objetivos del mantenimiento preventivo

Los objetivos del mantenimiento preventivo, los definió (Apolon, 2021), de la siguiente manera:

- Mejorar la fiabilidad global de un sistema de equipos o maquinarias.
- Disminuir el costo de reemplazo u reparación.
- Aumentar el tiempo entre intervalos de reemplazo.
- Arreglar los problemas o fallas antes que ocurran.

3.8. Procesos del mantenimiento preventivo

El proceso de un plan de mantenimiento preventivo, (Franciso Vidal, 2021) lo estableció de la siguiente forma:

1. Planteamiento de objetivos: Partiendo de que el mantenimiento preventivo surge a raíz de la necesidad de minimizar las acciones correctivas (reparaciones de averías), aumentar la vida útil del equipo y aumentar la disponibilidad del equipo.
2. Presupuesto sobre la maquinaria, inventarios y horas de mano de obra: Debemos hacer un cálculo sobre la cantidad estimada de componentes, subcomponentes y mano de obra que necesitaremos para cubrir el mantenimiento de toda la maquinaria.
3. Revisión de mantenimientos previos: Tener en cuenta la suma de todos los mantenimientos previos, cómo se hicieron, fechas, responsables y material utilizados.
4. Consulta de manuales, documentación y requisitos legales: Deberemos seguir la documentación oficial para realizar el mantenimiento. Además, el personal debe cumplir con las normas de prevención de riesgos laborales.

5. Elección de tipo de mantenimiento y encargado de realizarla: Esta es la tarea más importante, ya que deberemos tener en cuenta que tipo de mantenimiento es el necesario y quién lo hará.
6. Ejecución del plan y seguimiento: Una vez realizado el plan, deberemos tener una guía para seguirlo y poder tener bajo control todos los equipos, fechas y responsables de los mantenimientos.

3.9. Flota vehicular

(Rentingfiders, 2022), definió que una flota vehicular “es el conjunto de automóviles o medios de transporte de los que dispone una empresa o individuo para su actividad empresarial.

3.9.1. Tipo de flota vehicular

La gestión del conjunto de vehículos de una empresa u organización dependerá de su tamaño, por tanto, se puede hablar de diferentes tipos de flotas según el volumen

- Flotas pequeñas: menor o igual a 10 vehículos.
- Flotas medianas: mayor a 10 vehículos o menor a 30 vehículos. El mayor volumen requiere de mayor gestión e incluso personal para la administración de la misma.
- Flotas grandes: mayor a 30 vehículos. En este caso, se suele contar con un departamento para controlar la flota de vehículos y cierta tecnología

3.10. Vehículos de transporte de carga

Un vehículo de transporte de carga se refiere a un medio de transporte que se utiliza exclusivamente para el traslado de mercancía, estos vehículos disponen de un motor como medio de propulsión para el transporte de existencias.

3.10.1. Freightliner

Corresponde al fabricante de camiones más grande de Norteamérica, los cuales producen y comercializan en los segmentos ligeros, medianos y pesados, ensambla camiones y tractocamiones, en el norte del estado de México, (Freightliner, s.f.)

Producen la línea Business Class M2, siendo camiones diseñados para generar mayores utilidades por cada Km recorrido, en cuanto espacio y soporte de carga.

3.10.2. Internacional

(Amsa, s.f.), definió Camiones Internacional como una de las firmas más grandes de autotransporte en México, contando con una amplia trayectoria de más de 25 años como marca independiente.

Existen seis series de unidades, desde camiones de servicio mediano, pesado, severo, remolques, camiones especiales y personalizados. Los cuales se presentan a continuación:

- Series HX (2016): camiones de servicio severo que vienen en modelos rectos y semirremolques.
- Series HV (2017): estos camiones de servicio pesado normalmente se utilizan como hormigoneras o volquetes.
- Series LT (2017): son semirremolques de servicio pesado con motor de alta potencia para recorridos de larga distancia.
- Series RH (2017): camiones pesados con semirremolques.
- Serie MV (2018): Normalmente, estos camiones de servicio mediano son utilizados para uso comercial.
- Serie CV (2018): son camionetas de servicio mediano las cuales son desarrolladas por General Motors.

3.11. Vida útil

De acuerdo con las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF), la vida útil es el período durante el cual se espera que un activo depreciable sea usado por la entidad; o el número de unidades de producción o unidades similares que la entidad espera obtener del activo.

El concepto de vida útil de un activo tiende a considerar determinados elementos, como el desgaste por el uso, los posibles cambios en la demanda de los bienes y servicios.

3.12. Bitácora

Las bitácoras son registros detallados y secuenciales de eventos o actividades que tienen lugar en un sistema, proceso o aplicación. Sirven para rastrear y monitorear el comportamiento y el rendimiento de dichos sistemas, para detectar problemas y errores y para ayudar en la resolución de problemas y la mejora continua.

Las bitácoras suelen contener información como fecha y hora de un evento, detalles sobre el evento, y cualquier otra información relevante para el contexto. La información registrada en las bitácoras puede ser utilizada por administradores de sistemas, desarrolladores y otros profesionales para solucionar problemas, entender cómo se está utilizando un sistema y mejorar su rendimiento y funcionamiento.

3.13. Costos

Los costos son los gastos que una empresa incurre en el curso de su actividad y que están relacionados con la producción y el suministro de bienes o servicios. En el contexto de una empresa de mantenimiento, los costos incluirían todos los gastos relacionados con el funcionamiento y el mantenimiento de sus equipos y activos. Dichos gastos se pueden encontrar dentro de las categorías: materiales y suministros, mano de obra, alquiler de equipos y, reparación y mejoras.

3.13.1. Mecanismo de costeo

Un mecanismo de costeo es un método de que se utiliza para determinar el costo de un producto o servicio de una empresa. Este proceso es fundamental para la toma de decisiones, ya que permite identificar el costo real de producción y, por lo tanto, establecer precios adecuados para los consumidores.

3.13.2. Tipos de costos de mantenimiento

Existen diferentes tipos de costes de mantenimiento, en los cuales (Mancuzo, Gabriel, 2022) establece, las siguientes:

- Costes de Reparación: se trata de gastos que derivan de fallas técnicas o averías para las cuales se requiere de la participación de un técnico. Puede ser necesario el reemplazo de componentes.
- Costes de Adaptación: Las adaptaciones introducen cambios a equipos, sistemas informáticos o instalaciones con el fin de percibir beneficios derivados o darle un uso distinto a un espacio para atender a las necesidades actuales de la empresa. Un ejemplo sería convertir un salón en desuso en un comedor para trabajadores.
- Costes de Restauración: El objetivo es hacer que objetos o bienes deteriorados retomen su condición normalmente eficiente. Un buen ejemplo es la reconstrucción

de una propiedad abandonada para dejarla como nueva o la adquisición de una máquina de segunda mano que la empresa planea restaurar.

- Costes de mejora: Los costes de mejora son similares a los costes de reparación, salvo que la meta es hacer que un activo funcione mejor que antes.

3.14. Diagnostico scanner

El diagnóstico scanner automotriz es un dispositivo electrónico que se conecta a la computadora o sistema de control del vehículo para recopilar y analizar información sobre su rendimiento y detectar posibles problemas.

Su función es ayudar a determinar la causa de cualquier falla o problema en el vehículo, mediante la lectura de los códigos de diagnóstico almacenados en la computadora del vehículo y la visualización de datos en tiempo real sobre el rendimiento del motor y otros sistemas importantes. Esto permite a los mecánicos y técnicos resolver problemas más rápidamente y eficientemente, lo que puede ahorrar tiempo y dinero en reparaciones y mejorar la eficiencia general del vehículo.

Se trata de una herramienta que sirve para obtener un diagnóstico certero sobre las fallas electrónicas de un carro, aquellas que quedan grabadas en la computadora del vehículo y que el mecánico no puede descubrir por sus propios medios. (Ortuya, 2023)

3.15. Recursos humanos

Sin importar de todos los grandes avances en la tecnología automotriz, como el diseño, la fabricación y la eficiencia operativa, todavía se necesita un conductor/operador y técnicos para mantener el automóvil en funcionamiento. Estos operadores y técnicos tienen que pasar por extensos cursos de capacitación para poder desarrollar las habilidades necesarias para poder realizar tareas específicas de la manera adecuada y segura.

Los recursos humanos necesarios para la administración de mantenimiento son:

- Operadores
- Mecánicos
- Administradores

3.16. Equipos y herramientas

Los diferentes equipos y herramientas de trabajo son unas de las ayudas principales para los operarios del taller a la hora de realizar cualquier reparación de forma apropiada. Permite optimizar el tiempo de desempeño de una tarea y evitar riesgos para el técnico de taller.

Las herramientas se pueden clasificar de muchas maneras, por ejemplo, en las siguientes categorías:

- Herramientas de mano
- Herramientas neumáticas o hidráulicas
- Elevadores
- Herramientas de diagnóstico
- Herramientas de corte
- Herramientas para sujetar piezas
- Herramientas de medición

IV. Diseño Metodológico.

Dentro de este capítulo, se desarrollará la metodología que se empleara, los métodos que se utilizaran para desarrollar un plan de mantenimiento preventivo y se indicaran los elementos necesarios para poder analizar y desarrollar los objetivos marcados.

4.1. Tipo de estudio

(Roberto, 2008) Plantea que el método de investigación mixta son la integración sistemática de los métodos cuantitativo y cualitativo en un solo estudio con el fin de obtener una “fotografía” más completa del fenómeno.

Este trabajo, es una investigación tipo mixta, ya que es un proceso que recolecta, analiza y vierte datos cuantitativos y cualitativos, en un mismo estudio dando a conocer las propiedades y características de una situación, de tal modo que permite aprovechar las bondades y fortalezas de cada enfoque.

4.2. Línea de investigación

La recolección de la información necesaria para esta investigación se realizará por medio de una recopilación de datos bibliográficos y de campo, ya que se acudirá a compilar información técnica de libros, sitios web, informes, entre otros. De esta misma manera los datos se recolectarán en el terreno por medio de entrevistas con el personal de mantenimiento, en la cual se obtendrá la información necesaria, para llevar a cabo la propuesta de este plan de mantenimiento.

4.3. Población

Según (Sampieri, 2014) se considera que “las poblaciones deben situarse claramente por sus características de contenido, lugar y tiempo”.

La empresa cuenta con una población conformada por 28 camiones cabezal marca Freightliner y 1 International, los cuales serán objeto de estudio en esta investigación.

4.4. Técnicas e instrumentos de recolección

Según las técnicas esenciales en toda investigación, sea de carácter cuantitativo o cualitativo, es la observación, entrevistas y encuestas por medio de un listado de registro;

pues a como afirma (Niño Rojas, 2011, P. 61) son “las tres técnicas convencionales de obligatorio conocimiento”.

A fin de efectuar la recolección de datos, se utilizará diferentes técnicas e instrumentos de recolección, las cuales son las siguientes:

4.4.1. Revisión de registros

La revisión de registros se realizará por medio de la inspección de facturas en las cuales se extraerá la información relacionada a los gastos de mantenimiento, mano de obra, repuestos, entre otros.

4.4.2. Entrevistas

Se realizará la entrevista con el propietario y encargado de la empresa de transporte, siendo este mismo la persona encargada de aprobar la ejecución de las tareas de mantenimiento a los cabezales, de la misma manera se procederá a conversar con algunos choferes, ya que ellos mismo se encargan de los mantenimientos.

4.5. Análisis de Datos

Como plantea (kelinger, 1982):

El análisis de datos es el precedente para la actividad de interpretación. La interpretación se realiza en términos de los resultados de la investigación. Esta actividad consiste en establecer inferencias sobre las relaciones entre las variables estudiadas para extraer conclusiones y recomendaciones.

La recopilación de datos será efectuada mediante las instalaciones de la empresa de transporte Baltodano, estas se procesarán mediante una matriz de criticidad la cual permitirá jerarquizar las tareas de mantenimiento, con el fin de facilitar la toma de decisiones.

IV. Desarrollo metodológico.

En este capítulo se desarrolla la propuesta del plan de mantenimiento preventivo, describiendo los procedimientos, organización y el análisis implementado que se siguió a cabo para el desarrollo del tema.

5.1. Estado de la Empresa

La empresa de Transporte Baltodano, se encarga de realizar fletes terrestres de carga pesada dentro y fuera del país, por lo cual su recurso vital son los cabezales que constituyen la empresa.

Prácticamente el sistema de trabajo de la flota se fundamenta mediante la generación de orden de trabajo para las rutas y conforme al orden de arribo de los conductores, tomando en cuenta que cada conductor tiene un cabezal asignado.

La flota de transporte de la empresa está constituida en su mayoría por los cabezales de la marca Freightliner, tiene una operación de trabajo asignado en promedio de 3 a 4 órdenes por semana por cada cabezal.

En la tabla 1 se encuentra el inventario de las unidades móviles.

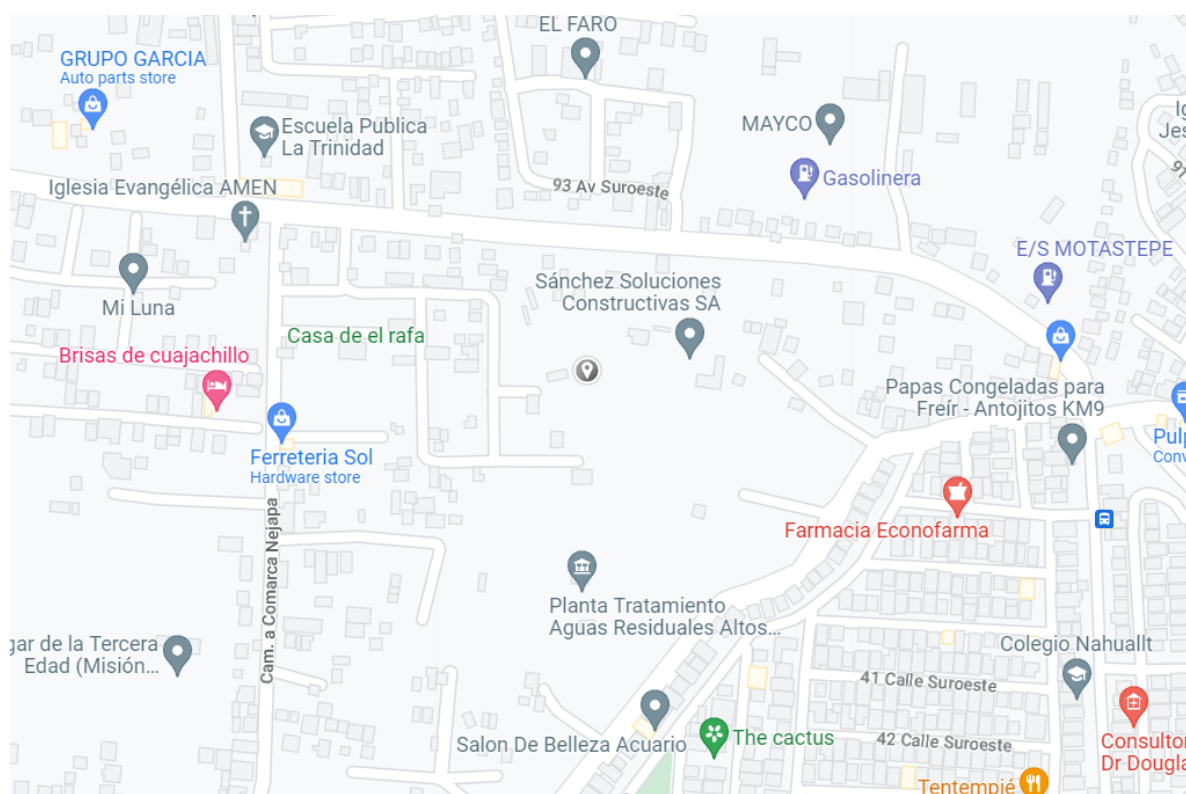
Tabla 1. Inventario de cabezales.

N°	Placa cabezal	Marca	Motor (8 últimos dígitos)	Chasis (8 últimos dígitos)	Placa de chasis
1	M 337 512	FREIGHTLINER	34762201	SP573725	M 299 831
2	M 224 853	FREIGHTLINER	6067NK60	YLF36741	M 300 100
3	M 227 892	FREIGHTLINER	6067MK60	XDA43724	M 313 242
4	M 338 397	FREIGHTLINER	6067GK60	VA795008	M 339 792
5	M 182 115	FREIGHTLINER	6067TK60	XP976567	M 033 357
6	M 121 809	FREIGHTLINER	6067GK60	VH549608	M 306 046
7	M 102 016	FREIGHTLINER	6067GK60	TH835050	M 265 183
8	M 257 837	FREIGHTLINER	6067GK60	VH857057	M 306 044
9	M 293875	FREIGHTLINER	6067GK60	WL920862	M 287 235
10	M 255 483	FREIGHTLINER	6067HV6E	5LU46103	M 262 572
11	M 283 528	FREIGHTLINER	6067HV6E	4PN23737	LE 17065
12	M 264 357	FREIGHTLINER	6067SK60	TH564465	M 298 522
13	M 330 889	FREIGHTLINER	067W8U60	PP493399	M 343 571
14	M 144 386	FREIGHTLINER	34826203	VH677452	M 223 006
15	M 213 177	FREIGHTLINER	12021413	WP957798	M232 938
16	M 185 019	FREIGHTLINER	6067GK60	VA737943	M 232 939
17	M 355 869	FREIGHTLINER	6067GK60	SH711138	M 355 870
18	M 355597	FREIGHTLINER	34943415	1A660413	M 346896
19	M 054 967	FREIGHTLINER	11751747	69036	M 357 988
20	M 280 825	FREIGHTLINER	6NZ44573	2LJ63783	M 248 519
21	M 280 824	FREIGHTLINER	MBN09455	4LM13710	M 319 205
22	M 264 183	FREIGHTLINER	7LG13628	PA420072	CT 5051
23	M 290 002	FREIGHTLINER	067MK60Q	XL976803	M 239 704
24	M 150 527	FREIGHTLINER	6067GU60	PH496576	M 132 064
25	M 139 508	FREIGHTLINER	6067GK60	RH655470	M 121 735
26	M 222 008	FREIGHTLINER	6067SK60	YDF54624	M 226 297
27	M 347 172	FREIGHTLINER	6067GK60	VP752770	CH 04596
28	NS 1528	FREIGHTLINER	6067GK60	SP875516	M 360 365
29	M 155 300	INTERNATIONAL	11693937	1C009117	M 094 874

Fuente: Empresa de Transporte Baltodano.

5.2. Ubicación

La empresa está ubicada en, KM 13 1/2 C. sur monte tabor, Managua, Nicaragua.



Fuente; Google Maps, Elaboración Propia.

5.3. Estructura de la empresa

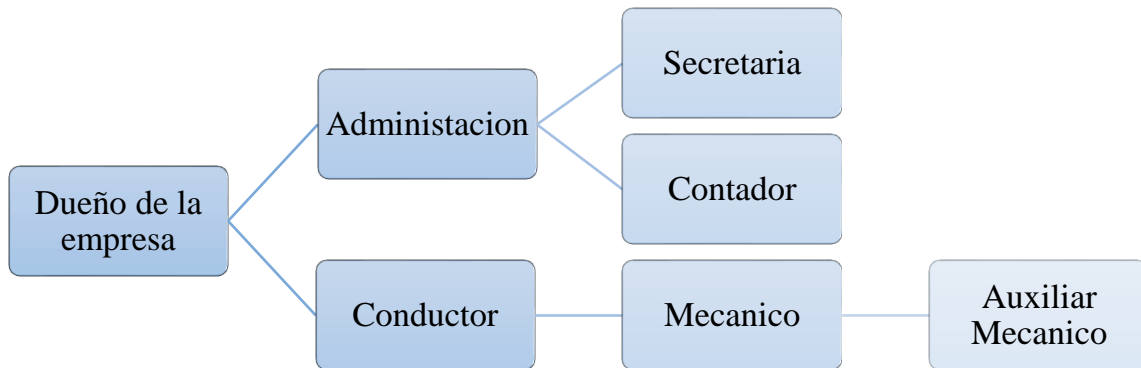
(Stephen, 2005) conceptualizó la estructura organizacional como:

“La distribución formal de los empleos dentro de una organización, proceso que involucra decisiones sobre especialización del trabajo, departamentalización, cadena de mando, amplitud de control, centralización y formalización”.

La Estructura de la empresa está basada en una estructura organizacional horizontal en la que se transfiere la responsabilidad en la escala de gestión, es decir, se capacita a los empleados para hacerse cargo, ayudar a tomar decisiones; sin embargo, el responsable o jefe de la empresa es el que aprueba las decisiones en situaciones de emergencia o que amerite un gasto de mantenimiento fuera de la empresa.

Por lo antes descrito, se representa de la siguiente manera:

Ilustración 1. Organigrama de la empresa Baltodano



Fuente: Elaboración Propia.

En lo antes descrito en la ilustración 1 se refleja la descripción del área de la flota vehicular en la cual se opera.

Siendo está indicada en la tabla 2:

Tabla 2. Estructura de la empresa sobre la flota vehicular

Categoría	Descripción
Equipos Productivos	Corresponde a los vehículos pesados de transporte de carga cabezales
Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mantenimiento efectuado por el personal técnico de la empresa ➤ La empresa dispone de una pequeña área de mantenimiento, repuestos y materiales destinados a lubricación, mantenimiento preventivo y pequeñas reparaciones.
Equipos y Herramientas	Aparatos, instrumentos y útiles necesarios para, reparación y ejecución de pruebas de funcionamiento en los vehículos.
Personal	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Personal administrativo, planifica, administra y controla las actividades de operación y mantenimiento de las unidades ➤ Personal técnico de mantenimiento realizan las actividades chequeo y reparación de operación de la flota. ➤ Conductores quienes son los encargados operativos considerado los operadores de vehículos.
Frecuencia de Mantenimiento	Se fundamentan en función de los kilómetros recorridos de las unidades de transporte utilizadas.

Fuente: Elaboración propia.

5.3.1. Análisis del Estado Actual de Flota

(Autocrash, 2018) definió el scanner automotriz como una plataforma virtual que permite obtener información del vehículo y estar un paso adelante, identificando fallas activas y evitando desarmes innecesarios de manera confiable.

El estado actual de la flota de transporte de la empresa fue determinado mediante la herramienta de diagnóstico scanner, posterior a ello se indagó el uso de registros de acciones efectuadas de tareas de mantenimiento, con el fin de proponer el uso de bitácoras destinadas al programa o plan de mantenimiento.

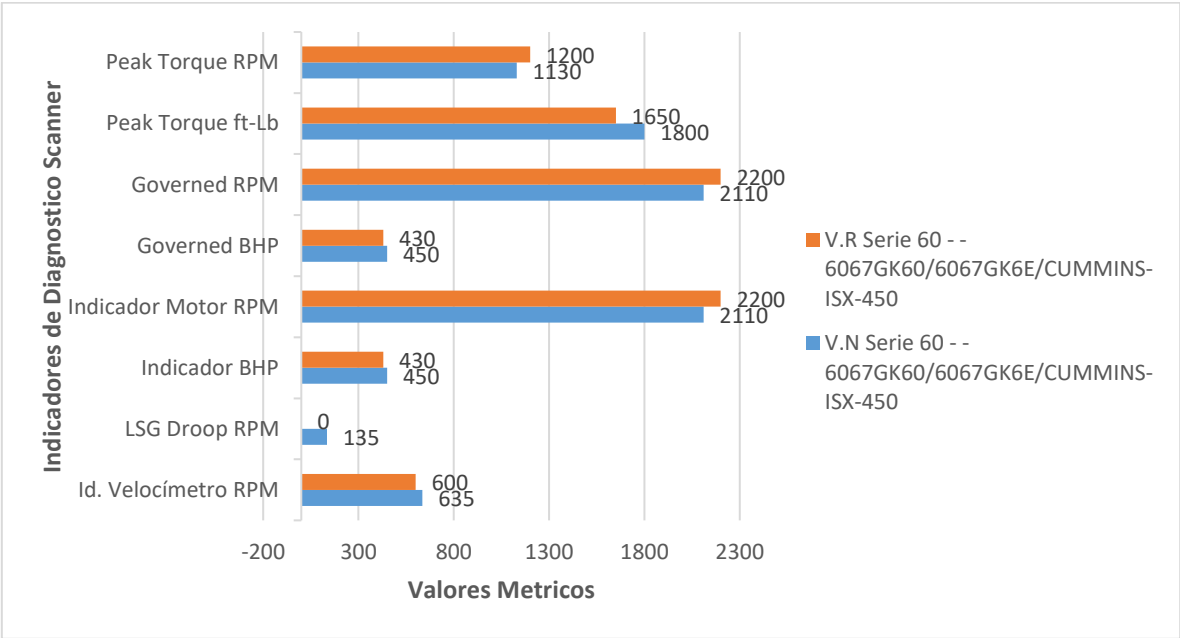
La herramienta scanner utilizada en la empresa, presenta detalles asociados al motor, serial, modelo, revoluciones, velocímetro, torque de tracción, indicador de temperatura.

Se realizaron pruebas de diagnóstico asociado a la flota de transporte, teniendo los indicadores de referencia.

En los anexos 1-29 se puede observar el diagnóstico scanner de cada unidad de transporte, la cual se sintetizó a manera de resumen en la ilustración 2 que representa de manera general los resultados arrojados por el diagnóstico scanner.

Obteniendo lo siguiente:

Ilustración 2. Resultados generales de la situación actual mediante diagnóstico scanner de flota vehicular.



Fuente: Elaboración propia

Según los resultados presentados en la ilustración 2 las revoluciones por minutos del motor están por debajo de lo esperado según el rendimiento nominal de los cabezales, asociadas principalmente a las tareas medianas y grandes al mantenimiento del motor cuyo componente es relevante en la gestión de operaciones de la flota vehicular.

5.4. Plan de mantenimiento preventivo

Los mantenimientos aplicados a la flota vehicular son realizados cada 10,000 km hasta llegar a los 100,000 km recorridos, de los cuales la empresa lo realizan en la categoría de servicios siendo estos los menores de 10,000km a 20,000km y los servicios mayores de 30,000km a 100,000km.

De este modo el mantenimiento que se realiza se describe en la tabla 3:

Tabla 3. Plan de mantenimiento actual aplicado

Categoría de Mantenimiento	Tipo de Mto.	Kilometraje Recorrido
MTP 1	Menor	10,000
MTP2	Menor	20,000
MTP3	Mayor	30,000
MTP4	Mayor	40,000

Fuente: Elaboración propia

Esto según la disponibilidad de los equipos, materiales y mano de obra, valorando los tiempos y las cantidades requeridas de recursos utilizados.

5.4.1. Tareas de mantenimiento realizadas

Las operaciones de mantenimiento ejecutadas actualmente a las unidades móviles se describen en las tablas 4,5 y 6 las cuales son asignadas según el recorrido de uso de cada cabezal, para dar inicio a estas el conductor orienta que ya cumplió con el kilometraje asignado al mantenimiento.

El MTP1 describe las tareas de mantenimiento siguientes, las cuales están contenidas en la tabla 4:

Tabla 4. Mantenimiento preventivo MTP1 aplicado en la empresa

N°	Tareas de mantenimiento
1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lubricación y revisión de niveles de aceite. ➤ Inspección de la rótula de barra de acoplamiento ➤ Inspección y mantenimiento de los cubos de rueda lubricados con aceite de ejes de dirección ➤ inspección del tapón del respiradero del tapacubo del eje de dirección
2	Lubricación de la balinera de collarín (embrague).
3	Revisión del nivel del fluido del embrague.
4	Revisión del nivel del sistema de transmisión.
5	Lubricación del sistema de suspensión
6	Lubricación de los pivotes de la dirección.
7	Lubricación de los pivotes de las barras de acoplamiento de la dirección
8	Revisión del nivel de aceite del eje trasero
9	Lubricación de la barra de transmisión
10	Lubricación de levas y rack de frenos
11	Ajuste del sistema de frenos
12	Revisión del fluido de la dirección hidráulica
13	Lubricación de sellos y cerraduras de las compuertas
14	Inspección de la suspensión
15	Inspección del respiradero del eje
16	Inspección de la barra de transmisión.
17	Inspección de válvulas del sistema de frenos
18	Inspección de líneas y acoples del sistema de frenos
19	Inspección del compresor
20	Revisión del tapón del radiador
21	Inspección del viscoso del ventilador
22	Revisión del secador de aire
23	Inspección de la tubería de escape

24	Inspección del pedal de frenos
25	Cambio de filtro y aceite al motor
26	Revisión del nivel de refrigerante
27	Lavado y limpieza de la unidad
28	Inspección y limpieza del sistema de enfriamiento
39	Inspección general del motor
30	Verificación y ajustes de válvulas de motor
31	Cambio de filtro de combustible
32	Cambio del refrigerante del motor
33	Inspección de la banda del motor
34	Reapriete de las (u) de las hojas de resortes
35	Reapriete de las partes que componen el sistema de dirección
36	Revisión de las tuercas de las ruedas
37	Reemplazo del filtro de aire

Fuente: Elaboración propia.

Las tareas de mantenimiento preventivo aplicadas al MTP2, están reflejadas en la tabla 5

Tabla 5. Mantenimiento preventivo MTP2 aplicado en la empresa

Nº	Tarea de mantenimiento
1	Lubricación y revisión de niveles de aceite.
2	Lubricación de la balinera de collarín(embrague).
3	Revisión del nivel del fluido del embrague.
4	Revisión del nivel del sistema de transmisión.
5	Lubricación del sistema de suspensión
6	Lubricación de los pivotes de la dirección.
7	Lubricación de los pivotes de las barras de acoplamiento de la dirección
8	Revisión del nivel de aceite del eje trasero
9	Lubricación de la barra de transmisión
10	Lubricación de levas y rack de frenos

11	Ajuste del sistema de frenos
12	Revisión del fluido de la dirección hidráulica
13	Lubricación de sellos y cerraduras de las compuertas
14	Inspección de la suspensión
15	Inspección del respiradero del eje
16	Inspección de la barra de transmisión.
17	Inspección de válvulas del sistema de frenos
18	Inspección de líneas y acoples del sistema de frenos
19	Inspección del compresor
20	Revisión del tapón del radiador
21	Inspección del viscoso del ventilador
22	Revisión del secador de aire
23	Inspección de la tubería de escape
24	Inspección del pedal de frenos
25	Cambio de filtro y aceite al motor
26	Revisión del nivel de refrigerante
27	Limpieza del pre-filtro de combustible
28	Lavado y limpieza de la unidad
29	Inspección y limpieza del sistema de enfriamiento
30	Inspección general del motor
31	Verificación y ajustes de válvulas de motor
32	Cambio de filtro de combustible
33	Cambio del refrigerante del motor
34	Inspección de la banda del motor
35	Reapriete de las (u) de las hojas de resortes
36	Reapriete de las partes que componen el sistema de dirección
37	Revisión de las tuercas de las ruedas
38	Reemplazo del filtro de aire

Fuente: Elaboración propia.

Las tareas de mantenimiento asignadas al MPT3 son las mismas operaciones que se realizan en el MPT1 que se describen en la tabla 4.

Sin embargo, el MPT4 aparte de realizar las categorías de mantenimiento anteriores, contenidas en la tabla 4 y 5 se le asignan nuevas operaciones a aplicar en el mantenimiento preventivo.

Las tareas de mantenimiento preventivo aplicadas al MTP4, se describen en la tabla 6

Tabla 6. Mantenimiento preventivo MTP4 aplicado en la empresa

N°	Tarea de mantenimiento
1	Lubricación y revisión de niveles de aceite.
2	Lubricación de la balinera de collarín (embrague)
3	Revisión del nivel del fluido del embrague.
4	Revisión del nivel del sistema de transmisión.
5	Lubricación del sistema de suspensión
6	Lubricación de los pivotes de la dirección.
7	Lubricación de los pivotes de las barras de acoplamiento de la dirección
8	Revisión del nivel de aceite del eje trasero
9	Lubricación de la barra de transmisión
10	Lubricación de levas y rack de frenos
11	Ajuste del sistema de frenos
12	Revisión del fluido de la dirección hidráulica
13	Lubricación de sellos y cerraduras de las compuertas
14	Inspección de la suspensión
15	Inspección del respiradero del eje
16	Inspección de la barra de transmisión.
17	Inspección de válvulas del sistema de frenos
18	Inspección de líneas y acoples del sistema de frenos
19	Inspección del compresor
20	Revisión del tapón del radiador
21	Inspección del viscoso del ventilador

22	Revisión del secador de aire
23	Inspección de la tubería de escape
24	Inspección del pedal de frenos
25	Cambio de filtro y aceite al motor
26	Revisión del nivel de refrigerante
27	Limpieza del pre-filtro de combustible
28	Lavado y limpieza de la unidad
29	Inspección y limpieza del sistema de enfriamiento
30	Inspección general del motor
31	Verificación y ajustes de válvulas de motor
32	Cambio de filtro de combustible
33	Cambio del refrigerante del motor
34	Inspección de la banda del motor
35	Reapriete de las (u) de las hojas de resortes
36	Reapriete de las partes que componen el sistema de dirección
37	Revisión de las tuercas de las ruedas
38	Reemplazo del filtro de aire
39	Revisión y ajustes de los pernos del motor
40	Revisión de baterías, motor de arranque, y alternador
41	Cambio de aceite del eje trasero y limpieza del respiradero
42	Cambio de aceite del sistema de dirección
43	Cambio de filtro separador del agua con el combustible
44	Cambio del fluido del embrague hidráulico
45	Cambio de aceite a la transmisión y limpieza del colector magnético.
46	Cambio del filtro secador de aire
47	Cambio del filtro del sistema de dirección.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en las tablas 4,5 y 6 las tareas de mantenimiento aplicadas en la empresa son realizadas de manera general a cada unidad móvil, sin tener en cuenta a que componente del sistema le pertenece esa operación de mantenimiento y tampoco se toma

en cuenta las características que lo conforman, se aplica el mismo mantenimiento a ambas marcas de cabezal.

5.4.2. Mantenimiento preventivo propuesto

Se propone el siguiente plan de mantenimiento preventivo tomando en cuenta el manual de mantenimiento brindado por el fabricante, así mismo la ficha técnica que nos indica las características de cada componente del cabezal.

El fabricante del cabezal Freightliner nos indica que el mantenimiento se debe realizar cada 12,000 km para preservar la vida útil de la unidad de transporte, comenzando con un mantenimiento inicial, posterior a ello según el kilometraje recorrido se procede a asignar la categoría de mantenimiento que le corresponde.

De este modo la tabla 7 describe el mantenimiento que se debe realizar al cabezal Freightliner, según el uso de la unidad móvil:

Tabla 7. Plan de mantenimiento preventivo propuesto cabezal Freightliner

Categoría de mantenimiento	Kilometraje recorrido
MTP1 y MI	12,000
MTP1 Y MTP2	24,000
MTP1	36,000
MTP1, MTP2, MTP3	48,000
MTP1	60,000
MTP1 Y MTP2	72,000
MTP1	84,000
MTP1, MTP2, MTP3, MTP4	96,000
MTP1	108,000

Fuente: Manual de mantenimiento business class m2

La cual describe 4 categorías de mantenimiento preventivo a realizarse, iniciando a los 12,000km con un mantenimiento inicial MI y MTP1.

5.4.2.1. Tareas de Mantenimiento preventivo a realizarse según lo propuesto

Las tareas de mantenimiento asignadas a cada categoría se describen en las siguientes tablas 8,9,10,11,12.

La tabla 8 describe las tareas de mantenimiento inicial que deben darse al cabezal

Tabla 8. Mantenimiento inicial MI cabezal Freightliner

Mantenimiento Inicial		
N°	Componente	Tarea de Mantenimiento
1	Realizar tareas de mantenimiento MTP1	
2	Chasis y sus componentes	Revisión del par de apriete de los sujetadores del chasis
3	Suspensión	Verificación del par de apriete de los pernos U de la suspensión
4	Eje delantero	<ul style="list-style-type: none">➤ Revisión del par de apriete de la tuerca de la chaveta de retención➤ Revisión de alineamiento de todos los ejes
5	Frenos	Prueba de funcionamiento y pruebas de búsqueda de fugas de la válvula de drenaje automática Bendix
6	Combustible	Apriete de las tuercas de los cinchos del tanque de combustible

Fuente: Manual de mantenimiento business class m2

Dado el mantenimiento inicial se procede a implementar la categoría de mantenimiento MTP1 ya que se cumplieron los primeros 12,000km, indicado en la tabla 9.

Tabla 9. Mantenimiento MTP1 cabezal Freightliner

Mantenimiento MTP1 (12,000km)		
N°	Componentes	Tarea de Mantenimiento
1	Lubricación y revisión del nivel de líquidos	<ul style="list-style-type: none">➤ Lubricación del collarín del embrague Eaton Fuller➤ Lubricación del eje transversal de liberación del embrague Eaton Fuller➤ Revisión del nivel de líquido del embrague hidráulico➤ Revisión de nivel del líquido para transmisión➤ Lubricación de la quinta rueda➤ Lubricación del conector eléctrico del remolque➤ Lubricación de la suspensión

		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lubricación del pivote de dirección ➤ Lubricación de la rótula de barra de acoplamiento ➤ Revisión del nivel de lubricante del eje ➤ Lubricación de la línea motriz ➤ Lubricación de los ajustadores de tensión Haldex y Gunité ➤ Lubricación del ajustador de tensión Meritor ➤ Inspección del nivel de líquido de la dirección hidráulica ➤ Lubricación de los engranajes de la dirección hidráulica ➤ Lubricación del eslabón de arrastre ➤ Lubricación de los sellos de puertas ➤ Lubricación de los soportes traseros del capó
2	Embrague	Ajuste del embrague y embragues de ajuste manual
3	Transmisión	Revisión de los respiraderos de las transmisiones
4	Chasis y sus componentes	Inspección de la quinta rueda
5	Suspensión	Inspección de la suspensión
6	Eje Delantero	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Inspección de la rótula de barra de acoplamiento ➤ Inspección y mantenimiento de los cubos de rueda lubricados con aceite de ejes de dirección ➤ Inspección del tapón del respiradero del tapacubo del eje de dirección
7	Eje Trasero	Inspección del respiradero del eje
8	Ruedas y Neumáticos	verificación de neumáticos
9	Línea Motriz	Inspección de la línea motriz
10	Frenos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Inspección de la válvula del sistema de frenos de aire ➤ Reemplazo del cartucho desecante del secador de aire Bendix (con un cartucho desecante de fusión de aceite) ➤ Inspección del sistema de frenos hidráulicos Bosch ➤ Inspección de las líneas y los acoplamientos de los frenos hidráulicos ➤ Inspección de los frenos

		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Inspección del sistema de frenos Hydro-Max™ de Bendix ➤ Reemplazo del cartucho desecante del secador de aire WABCO ➤ Prueba de funcionamiento y pruebas de búsqueda de fugas de la válvula de drenaje automática Bendix System Saver ➤ Inspección y lubricación del ajustador de tensión Versajust
11	Combustible	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Inspección del sistema de combustible GNL ➤ Elemento del filtro de combustible de alta presión GNC
12	Escape	Inspección del fuelle y la tubería de la CGI de CAT
13	Cabina	Inspección de los componentes aerodinámicos
14	Calefacción y aire acondicionado	Inspección del aire acondicionado
Costos Totales = C\$21,050.00		

Fuente: Manual de mantenimiento business class m2

Tareas de mantenimiento a realizarse en el MTP2 cabezal Freightliner indicada en la tabla 10.

Tabla 10. Mantenimiento Preventivo MTP2 cabezal Freightliner

Mantenimiento MTP2 (24,000km)		
N°	Componente	Tarea de mantenimiento
1	Realizar las operaciones del mantenimiento 1	
2	Lubricación y revisión del nivel de los líquidos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cambio de líquido de la transmisión Eaton Fuller y limpieza del tapón colector magnético ➤ Lubricación del soporte del eje de leva Meritor
3	Compresor de aire	Inspección del compresor de aire
4	Enfriamiento del motor y radiador	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Revisión de la tapa del radiador ➤ Inspección del impulsor del ventilador (control antirruído)
5	Transmisión	Limpieza del elemento del filtro y regulador de aire de la transmisión Eaton Fuller
6	Eje Delantero	Inspección y mantenimiento de los cubos de rueda lubricados con aceite de ejes de dirección
7	Frenos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Revisión de los secadores de aire AD-9, AD-IP y AD-IS/DRM ➤ Inspección del acoplamiento y de la placa de montaje del pedal de los frenos

8	Combustible	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Inspección del sistema de combustible ➤ Inspección del cilindro
9	Escape	Inspección del sistema de escape (control anti- ruido)
Costos totales = C\$25,650		

Fuente: Manual de mantenimiento business class m2

Tareas de mantenimiento aplicadas al MTP3 cabezal freightliner, indicada en la tabla 11

Tabla 11. Mantenimiento Preventivo MTP3 cabezal Freightliner

Mantenimiento MTP3 (48,000km)		
N°	Componente	Tarea de Mantenimiento
1	Realizar todas las operaciones Mtp1	
2	Realizar todas las operaciones Mtp2	
3	Motor	Inspección de las bandas de impulsión del motor
4	Transmisión	Cambio del filtro y líquido de la transmisión Allison
5	Suspensión	Verificación del par de apriete de los pernos U de la suspensión
6	Eje Delantero	Revisión del par de apriete de la tuerca de la chaveta de retención
7	Ruedas y Neumáticos	Revisión de las tuercas de las ruedas
8	Frenos	Inspección y búsqueda de fugas de los frenos de aire
9	Dirección	Inspección del eslabón de arrastre
10	Combustible	Pruebas de integridad del vacío del sistema GNL
11	Calefacción y aire acondicionado	Reemplazo del filtro de aire del sistema HVAC
Costos totales = C\$9,500		

Fuente: Manual de mantenimiento business class m2

Tareas de mantenimiento aplicadas al MTP4 cabezal Freightliner, indicada en la tabla 12.

Tabla 12. Mantenimiento preventivo MTP4 cabezal Freightliner

Mantenimiento MTP4 (96,000km)		
N°	Componente	Tarea de Mantenimiento
1	Realizar las operaciones Mtp1	
2	Realizar las operaciones Mtp2	
3	Realizar las operaciones Mtp3	
4	Motor	Revisión de los sujetadores del soporte del motor
5	Admisión de aire	Inspección y reemplazo del filtro del aire
6	Alternador y arrancadores	Revisión del alternador, las baterías y el arrancador
7	Enfriamiento del motor, radiador	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Enjuague a presión del radiador y cambio del líquido refrigerante ➤ Cambio de líquido refrigerante al sistema híbrido

8	Chasis y sus componentes	Revisión del par de apriete de los sujetadores del chasis
9	Eje trasero	Cambio de lubricante del eje y limpieza del tapón colector magnético
10	Frenos	Revisión del regulador D-2A
11	Dirección	Cambio del líquido de la dirección hidráulica
12	Combustible	Reemplazo del elemento del separador de combustible y agua
13	Cabina	Revisión del pivote de los espejos
Costos totales = C\$12,650		

Fuente: Manual de mantenimiento business class m2

Se deben realizar todas las operaciones o tareas de mantenimiento descritas en las tablas 8,9,10,11 y 12 para garantizar una correcta implementación del mantenimiento preventivo según como lo indica el fabricante.

Dado las características diferentes que componen al cabezal International se deberá aplicar el siguiente mantenimiento descrito en la tabla 13, que indica las operaciones que se deben realizar según el uso:

Tabla 13. Plan de mantenimiento preventivo propuesto cabezal International

Categoría de mantenimiento	Kilometraje recorrido
MTP1	13,000
MTP1 y MTP2	21,000
MTP2 y MTP3	29,000
MTP1	37,000
MTP2 y MTP3	45,000
MTP4	53,000
MTP2 y MTP3	61,000
MTP1	69,000
MTP1, MTP2, MTP3, MTP4	77,000
MTP2	85,000

Fuente: International Engine Group,

El mantenimiento a realizar al cabezal marca International según lo indica el fabricante debe ser cada 8,000 km de recorrido, dicho antes esto se le asignan las tareas de mantenimiento descritas en la tabla 14.

Tabla 14. Mantenimiento Preventivo Cabezal Internacional

N°1	Componente	Tarea de Mantenimiento	Mantenimiento Cabezal Internacional 92001											
			13,000	21,000	29,000	37,000	45,000	53,000	61,000	69,000	77,000	85,000		
1	Eje delantero no propulsor	Limpiar, revisar y ajustar rodamiento de ruedas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2		Revisar el nivel de aceite en cojinetes de ruedas				X								
3		Cambiar el aceite en cojinetes de ruedas				X								
4		Lubricar extremos barra acoplamiento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5		Lubricar barra de dirección	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6		Lubricar pivote de dirección y bujes	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7		Verificar apriete de pernos y tuercas de montaje	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Frenos Neumáticos	Comprobar que no existan piezas dañadas o gastadas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9		Verificar fugas de aire en el sistema	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10		Verificar juego libre del pedal y revisar operación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11		Verificar recorrido varilla de empuje de cámaras de frenos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12		Verificar correcta operación de ajustadores de freno	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
13		Verificar desgaste en revestimiento (balatas) de frenos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
14		Revisar el nivel del fluido en el depósito	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	Dirección	Cambiar fluido hidráulico				X								
16		Cambiar filtro				X								
17		Lubricar juntas universales corregidas en columna de dirección	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
18		Verificar alineamiento de ruedas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
19	Eje Cardan SPL	Inspeccionar funda protectora de union corregida	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
20		Lubricar junta universal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
21		Cambio de aceite y filtro de motor, verificar presión de aceite	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
22	Motor y sistemas	Revisar arneses y conexiones de pedal de acelerador	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
23		Verificar R.P.M mínimas y máximas en vacío	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
24		Verificar y ajustar tensión de bandas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
25		Verificar hermeticidad sistema de admisión de aire y enfriador	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
26		Medir la restricción en la admisión de aire	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
27		Reemplazar filtros de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
28		Revisar amortiguador de vibraciones y soportes de motor								X				
29	Transmission	Verificar presión en el cárter									X			
30		Limpiar elemento del respiradero del cárter											X	
31		Revisar holguras de punterías						X						
32		Verificar funcionamiento y holgura de cojinetes de turbo												
33		Verificar funcionamiento de ventilador viscoso	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
34		Reemplazar filtro de aire compresor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
35		Revisar sujeción de mangueras y que no exista fugas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
36		Verificar funcionamiento sistema eléctrico de carga												
37		Realizar diagnóstico completo												
38		Revisar nivel de lubricante	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
39	Embrague	Cambiar aceite mineral y filtro												
40		Verificar el correcto funcionamiento del embrague	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
41		Verificar holgura entre Collarín, palanca y juego libre de pedal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
42		Lubricar Collarín del embrague	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
43		Verificar nivel de aceite	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
44	Eje trasero	Cambio de aceite y apriete del tapon de drenaje												
45		Verificar apriete de pernos y tuercas de montaje	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
46		Comprobar que no existan piezas dañadas o gastadas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
47	Componentes de cabina	Verificar alineamiento de ruedas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
48		Lubricar bisagras, placas, cerraduras y cilindros	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
49		Lubricar rieles de ajustes de asientos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
50	Chasis bastidor	Engrasado general	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 14 indica las tareas de mantenimiento que se realizan según el componente que conforma el cabezal International.

5.4.3. Ficha Técnica

La ficha técnica es un documento oficial que incorpora toda la información técnica de un vehículo, incluye todas las modificaciones que hayan podido alterar las características que venían de serie en el vehículo.

No sólo encontramos toda la información necesaria para identificar el vehículo (como, por ejemplo: marca y modelo, número de chasis, potencia, cilindrada, peso, tara del conjunto, número de plazas, matrícula...) sino también para conseguir identificar los recambios correctos para poder sustituir piezas originales y elegir correctamente equivalencias y homologaciones.

En la ilustración 3 podemos observar la ficha técnica del cabezal freightliner y la ilustración 4 la del cabezal International, ambas se deben tener en cuenta a la hora de realizar algún tipo de mantenimiento.

Ilustración 3. Ficha técnica cabezal freightliner

TRIPULACIÓN	Cabina de día (2/3 tripulantes)/Cabina extendida (2 + litera/5 tripulantes)/Cabina doble (5/6 tripulantes)				
CABINA	En aluminio - Cabina de día (106"), Cabina extendida (132") o Doble cabina (154")				
TRACCIÓN	4x2 / 6x2 / 6x4 / 4x4* (*Únicamente disponible en motor MBE926 / DD8)				
DIMENSIONES					
Peso Bruto Vehicular (PBV)	25 K	33 K	35 K	52 K 6x2	52 K 6x4
Distancia entre ejes (WB)	198" / 5,025 mm	224" / 5,700 mm	240" / 6,100 mm	226" / 5,750 mm	240" / 6,100 mm
Cama útil	Configurable desde 5 hasta 11 m				
Ancho total	102" / 2,590.8 mm				
PESOS Y CAPACIDADES					
P.B.V. máximo	25,000 Lb / 11,339 Kg	33,000 Lb / 14,968.54 Kg	35,000 Lb / 15,757.3g	52,000 Lb / 23,586.80	52,000 Lb / 23,586.80
Carga útil + carrocería*	15,203 lb / 6,896 Kg	22,654 lb / 10,276 Kg	24,194 lb / 10,974 Kg	38,185 lb / 17,320 kg	37,595 lb / 17,063 kg
*Para conocer la carga útil a transportar, será necesario restar el peso de la carrocería a este valor.					
MOTOR					
	DD5	MBE 924	DD8	MBE 926	
Emisiones	EPA 10	EURO V	EPA 10	EURO V	
No. de cilindros	4 cilindros en línea	4 cilindros en línea	6 cilindros en línea	6 cilindros en línea	
Desplazamiento	5.1 L	4.8 L	7.7 L	7.2 L	
Potencia máxima (hp)	240 HP	214 HP	350 HP	322 HP	
Torque máximo (lb-ft)	660 LB-FT	597 LB-FT	1,050 LB-FT	959 LB-FT	
TRANSMISIÓN					
Tipo	Automática			Manual	
Modelo	Allison Series 2000 y 3000 HS/RDS			Eaton 6, 10 y 11	
EJE DELANTERO					
Modelo	Detroit			Meritor	
Capacidad	(6,000 - 18,000) lb			(8,000-18,000) lb	
EJE TRASERO					
Modelo	Detroit			Meritor	
Capacidad	Sencillo (17,500 - 24,000) lb	Tandem (40,000 - 46,000) lb	Sencillo (17,500-30,000) lb	Tandem (40,000-46,000) lb	
LLANTAS Y RINES					
Medidas Rin	R 19.5		R 22.5	R 24.5	
Llanta	Michelin, Goodyear, Bridgestone, Hankook, Continental, BF Goodrich				
Tipo de diseño de piso	Toda posición, regional, largos recorridos, mixto y fuera de carretera				
SUSPENSIÓN					
Delantera	Mecánica (8,000 - 20,000) lb				
Trasera	Neumática			Mecánica	
	Airliner Sencillo (21,000 - 23,000) lb	Hendrickson Primaax Sencillo (23,000 - 26,000) lb	Proprietaria/Hendrickson Sencillo (18,000-30,000)lb	Proprietaria/ Hendrickson Tandem (40,000-46,000) lb	
	Tandem (40,000 - 46,000) lb	Tandem (46,000) lb			

FRENOS	TAMBOR	DISCO
Servicio	Meritor, Bendix	Wabco, Bendix, Meritor
Estacionamiento	Neumático	
Auxiliar	Freno de motor y escape disponible	
SISTEMA ELÉCTRICO		
Baterías	Desde 2 hasta 4 de 12 V	
OPCIONES ADICIONALES		
	Aire acondicionado	
	Enlace Freightliner	
	Driver Coach	
	Asiento neumático	
	Tablero imitación madera	
	Tubo de escape horizontal o vertical	
	Faros LED	
	Cristales eléctricos	
	Volante de posiciones	
	Sistema antivuelco (ESC)	
	Rines de Aluminio / Cromados / Aluminio negros / Acero	
	Chasis acorazado	
	Parrilla y espejos (cromados/negros)	
	Volante de piel	
	Defensa con laterales plásticos o de acero	
	Cinturones de seguridad de alta visibilidad (naranja/verde)	
	WABCO on Guard	
	Alerta de abandono de carril (Bendix Lane Guidance system)	

Fuente: Ficha Técnica del Fabricante.

La ilustración 4 nos enmarca las características técnicas que componen al cabezal International.

Ilustración 4. Ficha Técnica Cabezal International.



ESPECIFICACIONES

9200[®]

VEHICULO	REMOLCADOR
MARCA	INTERNATIONAL*
MODELO	9200I SBA 6X4
CABINA	Techo Bajo con Litera
Peso Bruto	60,000 Lb (27,215 Kg)
Peso Seco	17,205 Lb (7,804 kg) Aprox.
No. Proposal	17543-01



Foto de referencia

MOTOR

Marca - Modelo	GUMMINS - ISX-450
Cilindrada	14.9 L
N° Cilindros	6
Combustible	DIESEL
Alimentación	Turbo-cargado Postenfriado
Potencia	450HP@1800RPM
Torque	1650 lb-ft@1200 RPM
Norma de Emisiones	EPA98
Inyección	Alta Presión de Inyección (HPI-TP)
Freno de Motor	Interbrake (3 Tiempos)

TRANSMISIÓN

Marca	FULLER
Modelo	RTL(OF)-16918B
Tipo	Mecánica. Con bomba interna de lubricación y antrador.
N° de velocidades	18 Vel, con doble Overdrive y 03 de reversa.
Tracción	6x4

DIRECCIÓN

Marca	Sheppard
Modelo	M-100
Tipo	Hidráulica

EMBRAGUE

Marca	Eston Fuller
Díametro	15.5"
Tipo	Bi-Disco, mecánico, cerámico.
Torque	1700 Lb-ft

FRENOS DE SERVICIO

Tipo	100% Neumático. Con ABS (Bendix AntiLock Brake System)
------	--

EJES

Eje delantero

Marca	Meritor
Modelo	MFS-14-143A, Wide Track
Capacidad	14,000 Lb (6,350 Kg)

Eje posterior

Marca	Meritor
Modelo	RT-46-16-4F Wide track. Con bomba de lubricación y bloqueo de diferencial delantero-posterior y posterior-posterior.
Capacidad	46,000 Lb (20,865 Kg)
Ratio de Corona	4,56

SUSPENSIÓN DELANTERA

Marca	INTERNATIONAL
Tipo	Muelles parabólicos, taper leaf, con amortiguadores.
Capacidad	14,000 Lb (6,350 Kg).

SUSPENSIÓN POSTERIOR

Marca	Hendrickson
Modelo	HAS-460-55"
Tipo	Bolsas de aire. De 55" de espacio entre ejes. Capacidad de 46,000 Lb.

CABINA

Tipo	Convencional Low - Roof (techo bajo) de 51". Con camarote.
Materiales	Aluminio
Asientos	Piloto y copiloto con suspensión de aire, respaldar alto, material vinyl, ajustables.

INSTRUMENTOS Y ACCESORIOS

Tablero	Velocímetro, tacómetro, odómetro, horómetro, indicador digital de recambio.
---------	---

AROS - NEUMÁTICOS

Aros delanteros	De disco, de aluminio, 8.25 x 22.5"
Aros posterior	De disco de aluminio 13.00 x 22.5"
Neumáticos delanteros	12R22.5, 16 Plegues
Neumáticos posterior	425/65R22.5, 20 Plegues

QUINTA RUEDA

Marca/Modelo	Fontaine/SL7FMA-D69-3
Tipo	Fija
King Pin	2"

TANQUE DE COMBUSTIBLE

Tanque de combustible	02 de 120 Gal (454 L), total 240 Gal (908 L)
Materiales	Aluminio
Tipo	Circular de 24" de diámetro, montadas al lado izquierdo y derecho debajo de la cabina.

DIMENSIONES

Largo Cabina	156.6" (3.96 m)
Longitud Total	316" (8.02 m)
Distancia entre Ejes	209" (5.30 m)



* Dimensiones expresadas en pulgadas

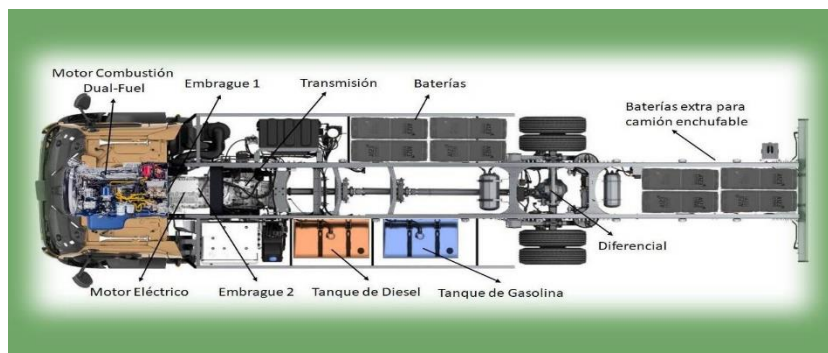
Se reserva y distribución de este material para las más exactas e inmutables el momento de la publicación. El fabricante se reserva el derecho de hacer cambios sin previo aviso. Cualquier inquietud comunicarse con su distribuidor local.

Fuente: Ficha Técnica del Fabricante

La empresa deberá tener a mano esta información de relevancia que el mecánico debería conocer para poder realizar las tareas de mantenimiento que le corresponden, así mismo si el cabezal será sometido a alguna modificación u homologación.

Tomando en cuenta las características que lo componen a cada uno, se plasma en la ilustración 5 un diagrama general de la estructura de un cabezal.

Ilustración 5. Estructura general de un cabezal

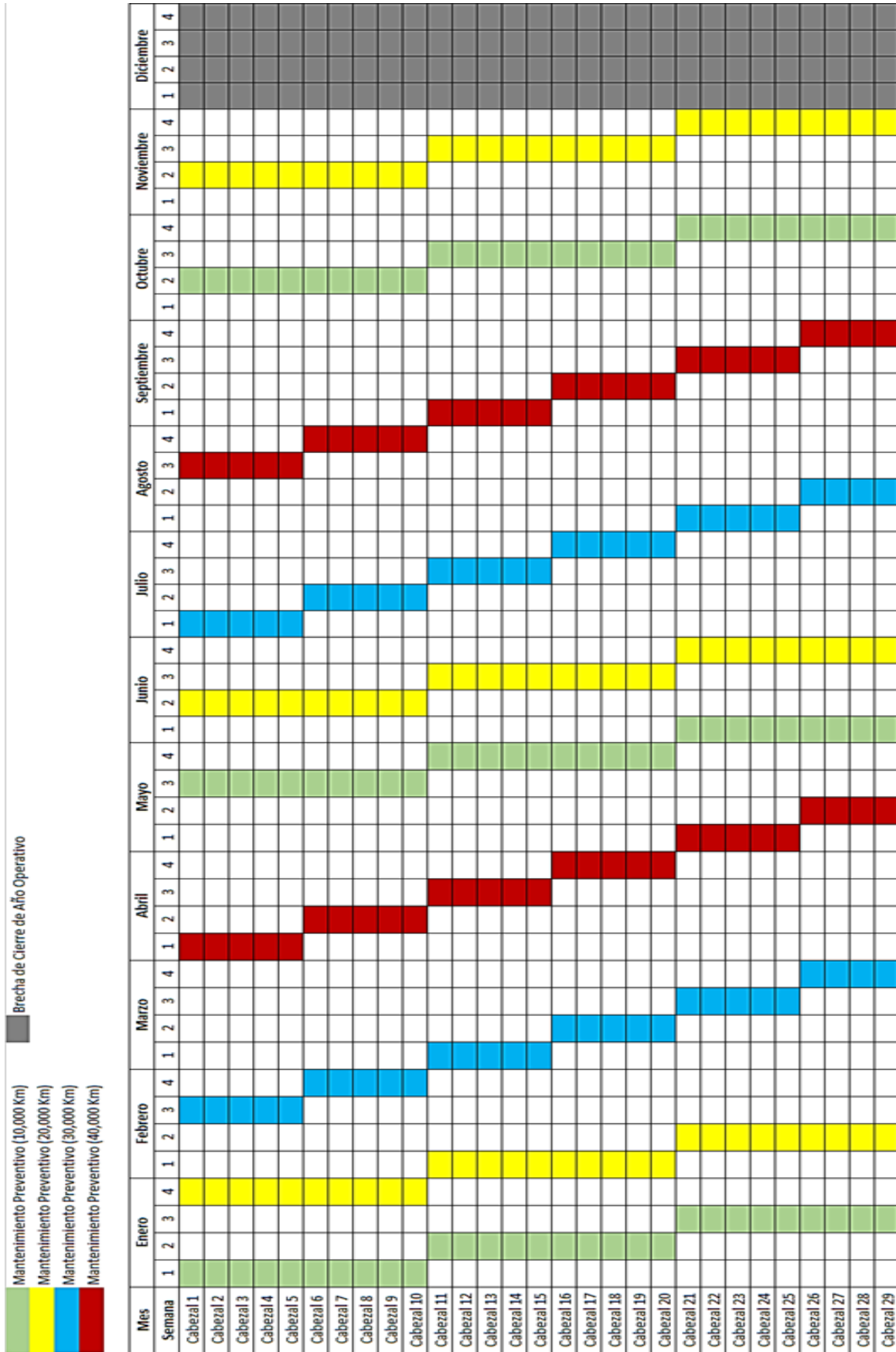


Fuente: Agencia SINC

5.5. Programación del mantenimiento preventivo actual

Acorde al establecimiento actual de operación de la empresa, se presenta el detalle en la ilustración 6, de la programación de los mantenimientos efectuados en un lapso anual con el fin de poseer una programación visual de los tipos de tareas efectuadas.

Ilustración 6. Calendarización Anual del Mantenimiento



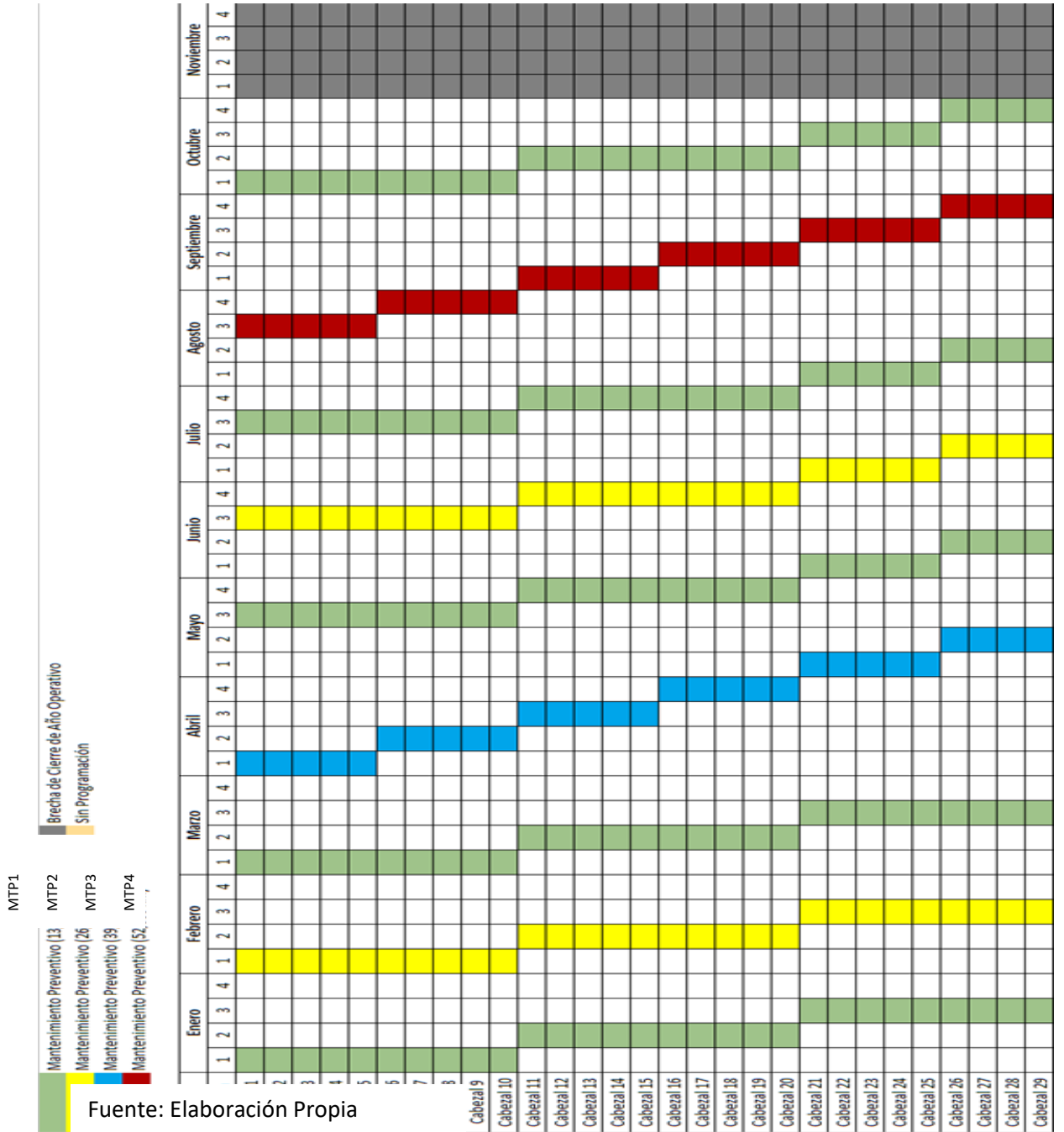
Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 6 vemos el mantenimiento programado a cada cabezal entrando 10 unidades móviles de las 29 en mantenimiento preventivo Mtp1 (10,000km) y así sucesivamente quedando por último en la semana 3 las últimas 9 unidades móviles que entran a mantenimiento Mtp1 (10,000km).

5.5.1 Programación del mantenimiento preventivo propuesto

Según el manual de mantenimiento brindado por el fabricante del cabezal y la ficha técnica, se representa a detalle la programación del mantenimiento preventivo a efectuarse según el kilometraje recorrido, en un periodo anual, descrito en la ilustración 7.

Ilustración 7. Calendarización anual del mantenimiento preventivo propuesto



Fuente: Elaboración Propia

Para llevar a cabo esta programación es necesario llevar el orden del mantenimiento que se realizó, implementado el uso de las bitácoras en la cual están detalladas en las tablas 20,21,22,23,24,25 y 26.

De la tabla 22 a la 25 están compuestas por los Checklist que se deben realizar según la categoría de mantenimiento, todo esto conforma el registro de salida.

En las cuales primero se toma el orden de entrada y salida de cada cabezal, estimando que en una semana se tiene la capacidad de dar el mantenimiento MTP1 a 10 cabezales.

5.6. Establecimientos de Costos del Plan de Mantenimiento

Los costos del mantenimiento son un gasto que debe ser sumado al costo final de un producto o servicio, sin embargo, debe tenerse en cuenta que, a mediano o largo plazo, el mantenimiento resulta siendo una inversión, siendo los costos asociados y clasificados en 2 grupos:

- Costos Fijos: costos asociados a la mano de obra y materiales necesarios para el mantenimiento programado.
- Costos variables: son aquellos que tienden a variar en proporción directa con el nivel de actividad de nuestro departamento de mantenimiento.

5.6.1. Costos actuales de la empresa Baltodano respecto a sus mantenimientos

Los costos actuales en los cuales la empresa incurre en su mantenimiento preventivo de 10,000km es de C\$ 461,100 córdobas para los 29 cabezales, para los 20,000km le corresponden C\$ 725,000 córdobas, cuando el cabezal llega a los 30,000km se le asigna el mismo mantenimiento de 10,000km que le correspondería la misma cifra de C\$ 461,000 córdobas y por el ultimo cuando el cabezal llega a los 40,000km sus costos son de C\$1,360,100 ; estos costos se detallan en la tabla 15 la cual nos indica de que están compuestos y expresadas en valores unitarios.

Tabla 15. Costos actuales asociados al mantenimiento

Costos asociados	Kilometraje		
	10,000km	20,000km	40,000km
Lubricantes	C\$ 11,000	C\$ 15,000	C\$ 23,000
Mano de obra (Mecánico)	C\$ 1,500	C\$ 2,500	C\$ 4,800
Mano de obra (2 ayudantes)	C\$ 900	C\$ 3,000	C\$ 4,600
Suministros (Grasa, Aceite hidráulico, aceite para la transmisión)	C\$ 2,500	C\$ 6,500	C\$ 14,500
Total	C\$ 15,900	C\$ 25,000	C\$ 46,900

Fuente: Elaboración propia.

Adicional a ello, se tienen otros costos indirectos asociados a la gestión operativa de los cabezales de modo recurrente, detallando a continuación en la tabla 16 los mismos:

Tabla 16. Costos indirectos operativos del mantenimiento de cabezales

Costo asociado	Monto
Servicio tercerizado scanner (programación)	C\$ 1,250
Servicio tercerizado scanner (Diagnostico)	C\$ 3,600
Servicio de soldadura	C\$ 1,200
Total	C\$6,050

Fuente: Elaboración Propia.

Presentando de forma resumen los costos asociados al plan actual de operación del mantenimiento de la empresa, los costos anuales en la tabla 17.

Tabla 17. Costo anual de plan actual de mantenimiento de cabezales

Concepto	Cantidad/año	Vehículos/año	Costo Unitario	Costo Total Anual
Costo de Mantenimiento Prev. 10,000km	8	29	C\$15,900	C\$ 3,688,800
Costo de Mantenimiento Prev. 20,000	5	29	C\$25,000	C\$ 3,625,000
Costo de mantenimiento Prev. 30,000km	2	29	C\$15,900	C\$922,200
Costos de mantenimiento Prev. 40,000km	2	29	C\$46,900	C\$2,720,200
Costos indirectos de operación	2	29	C\$6,050	C\$350,900
Total, costo actual en mantenimiento de la empresa				C\$ 11,307,100

Fuente: Elaboración Propia.

5.6.2. Costos asociados al plan de mantenimiento propuesto

La tabla 18 hace referencia a la categoría de mantenimiento que se realizara según como lo indica el manual y las cantidades de veces que estás incurrirán en el año, describe sus costos unitarios y el costo anual en lo que estos incurren.

Tabla 18. Costos asociados al plan de mantenimiento propuesto

Costos asociados	Cantidad/año	Vehículos/año	Costo Unitario	Costo Total Anual
Costo de mantenimiento MTP1	9	29	C\$21,050.00	C\$5,494,050
Costo de mantenimiento MTP2	4	29	C\$25,650	C\$2,975,400
Costo de mantenimiento MTP3	2	29	C\$9,500	C\$551,000
Costos de mantenimiento MTP4	1	29	C\$12,650	C\$366,850
Costos indirectos de operación	1	29	C\$6,050	C\$175,450

Costos de mano de obra	12	1	C\$25,900	C\$310,800
Total				C\$9,873,550

Fuente: Elaboración propia

Los costos indirectos operativos se mantienen igual a los de la tabla 16, puesto que es un costo de servicio tercerizado y lo que varía es la frecuencia con la que se incurre a estos.

Al obtener dichos resultados, se procedió la presentación de un breve análisis de costo beneficio aplicado a la propuesta sobre la gestión actual de operación del plan de mantenimiento realizado por la empresa obteniendo los siguientes resultados reflejados en la tabla 19:

Tabla 19. Análisis de costo beneficio del mantenimiento actual en comparación con el propuesto

Concepto	Costo Variable	Costo Fijo	Costo Total
Plan Actual	C\$ 350,900	C\$10,956,200	C\$11,307,100
Plan Propuesto	C\$ 175,450	C\$ 9,698,100	C\$ 9,873,550
Δ-C-B	C\$175,450	C\$ 1,258,100	C\$ 1,433,550
%Δ-C-B	-50%	-11.48%	-12.67%
Criterio Incremental	Beneficio	Beneficio	Beneficio

Fuente: Elaboración propia

Al observar los resultados de la tabla 19, se encontró un beneficio significativo de los costos variables y los costos fijos en una reducción del 50% y el 11.48% en comparación con el plan actual realizado por la empresa Baltodano y el plan propuesto, obteniendo en general una reducción de costos del 12.67%.

5.7. Empleo de bitácoras

Corresponde a los instrumentos de control asociados al plan propuesto de mantenimiento, detallándose en el orden cronológico los siguientes registros:

- Bitácora de registro de entrada y salida del cabezal, tabla 20.
- Bitácora de registro de mantenimiento preventivo, tabla 21
- Bitácora de registro de salida checklist esta compuesta desde la tabla 22 a la 25.

- Bitácora de solicitud de orden de trabajo de servicio tercerizado, tabla 26.

En las tablas 20,21,22,23,24,25 y 26 podemos observar las bitácoras propuestas para el debido control del plan de mantenimiento y su aplicación en la programación.

Tabla 20. Registro de entrada y salida del cabezal

Transporte Baltodano						
Control de entrada y salida del cabezal						
Fecha:						
N°	Conductor	Ruta	Marca	Placa	Hora Salida	Hora Entrada
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
Observaciones:						
Firma Responsable:						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Registro de mantenimiento preventivo

Transporte Baltodano	
Registro de mantenimiento preventivo	
Fecha:	Marca:
Km:	Placa:
Tareas de mantenimiento	
Repuestos	
Observaciones	
Firma Mecánico:	Firma Conductor:
_____	_____
Firma Responsable:	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Registro de salida checklist MTP1

Transporte Baltodano			
Checklist de actividades de mantenimiento MTP1 realizados			
Fecha:		Marca:	
Kilómetros:		Placa:	
Actividad	Si	No	
Lubricación del collarín del embrague Eaton Fuller			
Lubricación del eje transversal de liberación del embrague Eaton Fuller			
Revisión del nivel de líquido del embrague hidráulico			
Revisión de nivel del líquido para transmisión			
Lubricación de la quinta rueda			
Lubricación del conector eléctrico del remolque			
Lubricación de la suspensión			
Lubricación del pivote de dirección			
Lubricación de la rótula de barra de acoplamiento			
Revisión del nivel de lubricante del eje			
Lubricación de la línea motriz			
Lubricación de los ajustadores de tensión Haldex y Gunitex			
Lubricación del ajustador de tensión Meritor			
Inspección del nivel de líquido de la dirección hidráulica			
Lubricación de los engranajes de la dirección hidráulica			
Lubricación del eslabón de arrastre			
Lubricación de los sellos de puertas			
Lubricación de los soportes traseros del capó			
Ajuste del embrague y embragues de ajuste manual			
Revisión de los respiraderos de las transmisiones			
Inspección de la quinta rueda			
Inspección de la suspensión			
Inspección de la rótula de barra de acoplamiento			
Inspección y mantenimiento de los cubos de rueda lubricados con aceite de ejes de dirección			
Inspección del tapón del respiradero del tapacubo del eje de dirección			
Inspección del respiradero del eje			
Verificación de neumáticos			
Inspección de la línea motriz			
Inspección de la válvula del sistema de frenos de aire			
Reemplazo del cartucho desecante del secador de aire Bendix			
Inspección del sistema de frenos hidráulicos Bosch			
Inspección de las líneas y los acoplamientos de los frenos hidráulicos			
Inspección de los frenos			
Inspección del sistema de frenos Hydro-Max™ de Bendix			
Reemplazo del cartucho desecante del secador de aire WABCO			
Inspección y lubricación del ajustador de tensión Versajust			
Inspección del sistema de combustible GNL			
Inspección del fuelle y la tubería de la CGI de CAT			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23. Registro de salida checklist MTP2

Transporte Baltodano			
Checklist de actividades de mantenimiento MTP2 realizados			
Fecha:		Marca:	
Kilómetros:		Placa:	
Actividad		Si	No
Adjuntar y llenar hoja de mantenimiento MTP1			
Cambio de líquido de transmisión Eaton Fuller			
Lubricación del soporte del eje de leva Meritor			
Inspección del compresor de aire			
Inspección de la tapa del radiador			
Inspección del impulsor del ventilador			
Limpieza del elemento del filtro y regulador de aire de transmisión Eaton Fuller			
Inspección y mantenimiento de los cubos de rueda lubricados con aceite de ejes de dirección			
Revisión de los secadores de aire AD-9, AD-IP y AD-IS/DRM			
Inspección del acoplamiento y de la placa del montaje del pedal de los frenos			
Inspección del sistema de combustible			
Inspección del cilindro			
Inspección del sistema de escape			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Registro de salida checklist MTP3

Transporte Baltodano		
Checklist de actividades de mantenimiento MTP3 realizados		
Marca:		
Placa:		
Actividad	SI	NO
Adjuntar y llenar hoja de mantenimiento MTP1		
Adjuntar y llenar hoja de mantenimiento MTP2		
Inspección de las bandas de impulsión del motor		
Cambio del filtro y líquido de la transmisión Allison		
Verificación del par de apriete de los pernos U de la suspensión		
Revisión del par de apriete de la tuerca de la chaveta de retención		
Revisión de las tuercas de las ruedas		
Inspección y búsqueda de fugas de los frenos de aire		
Inspección del eslabón de arrastre		
Pruebas de integridad del vacío del sistema GNL		
Reemplazo del filtro de aire del sistema HVAC		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Registro de salida checklist MTP4

Transporte Baltodano			
Checklist de actividades de mantenimiento MTP4 realizados			
Fecha:		Marca:	
Kilómetros:		Placa:	
Actividad		Si	No
Adjuntar y llenar hoja de mantenimiento MTP1			
Adjuntar y llenar hoja de mantenimiento MTP2			
Adjuntar y llenar hoja de mantenimiento MTP3			
Revisión de los sujetadores del soporte del motor			
Inspección y reemplazo del filtro del aire			
Revisión del alternador, las baterías y el arrancador			
Enjuague a presión del radiador y cambio del líquido refrigerante			
Cambio de líquido refrigerante al sistema híbrido			
Revisión del par de apriete de los sujetadores del chasis			
Cambio de lubricante del eje y limpieza del tapón colector magnético			
Revisión del regulador D-2A			
Cambio del líquido de la dirección hidráulica			
Reemplazo del elemento del separador de combustible y agua			
Revisión del pivote de los espejos			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26. Solicitud de orden de trabajo tercerizado

Transporte Baltodano		
Solicitud de orden de trabajo servicio tercerizado		
Fecha solicitud:	Conductor:	
N° de orden:	Marca:	Placa:
Descripción del problema		
Fallas		
Fecha Programar trabajo:		
Firma Responsable: _____		

Fuente: Elaboración propia

VI Conclusiones.

- El estado actual de la flota vehicular fue obtenido mediante la herramienta de diagnóstico scanner computarizado por servicio Tercerizado, según los resultados presentados las revoluciones por minuto del motor están por debajo de la eficiencia esperada, con un índice del 94.49% de desempeño, haciendo un sobreesfuerzo mayor del 100% en la torsión del desarrollo de motor, generándose mantenimientos de menor prolongación a lo establecido por el manual del fabricante.
- La programación del mantenimiento fue realizada mediante dos alternativas, la presente con la cual operan y la propuesta que fue considerada mediante el manual de operación del fabricante, generándose 16 mantenimientos programados a lo largo de un año de operación respectivamente, tipificando de igual forma la categoría del tipo de mantenimiento y su asignación correspondiente para la flota de transporte.
- En los mecanismos de costeo se propuso mano de obra como un costo fijo mensual de C\$25,900 en mecánico y 2 ayudantes por lo que el costo total anual será de C\$310,800, los costos relacionados a los materiales se asignaron según la categoría de mantenimiento propuestas y se incluyeron dentro de estas, no por separado.
- Las herramientas propuestas de control asociadas al registro de las tareas de mantenimientos fueron puntualizadas en las categorías de control de entradas y salidas del cabezal, registro del mantenimiento preventivo, registro de salida checklist para las 4 categorías de mantenimiento propuestas y la solicitud de orden de trabajo servicio tercerizado, como instrumentos propuestos de seguimiento al tomar en cuenta la ejecución de la propuesta.

VII Recomendaciones.

- Utilizar las bitácoras de registro y control del plan de mantenimiento en caso de ser considerado para llevarse a término, como medio de control sistemático de las tareas aplicadas según la programación propuesta del mantenimiento, permitiendo cuantificar los recursos utilizados e identificar problemas asociados a la gestión eficiente de los equipos de transporte que posee la empresa de transporte Baltodano.
- Implementar un sistema software que permita llevar el orden correcto del plan de mantenimiento, como lo es el software de mantenimiento MP.

VIII Bibliografía.

- Amsa. (S.F.). camiones internacional: historia, tipos y características que nos diferencian. obtenido de <http://www.amsa-bepensa.com/camiones-international-historia>
- Antoine Talva. (30 de 11 de 2021). mantenimiento preventivo: todo lo que tienes que saber. obtenido de <https://mobility-work.com/es/blog/mantenimiento-preventivo/#tipos-mantenimiento-preventivo>
- Apolon, V. (2021). objetivos del mantenimiento preventivo. obtenido de <https://www.mantenimientopreventivo.site/ingenieria/objetivos-del-mantenimiento-preventivo-en-2-minutos/>
- Dixon, D. R. (2000). sistemas de mantenimiento planeacion y control. mexico: limusa wiley .
- Franciso Vidal. (18 de 05 de 2021). stel order . obtenido de mantenimiento preventivo: qué es, tipos y cómo hacerlo eficazmente: <https://www.stelorder.com/blog/mantenimiento-preventivo/#:~:text=se%20define%20como%20mantenimiento%20preventivo,desgaste%20o%20paso%20del%20tiempo.>
- Freightliner. (S.F.). Freightliner. obtenido de <https://www.freightliner.com.mx/porque-freightliner>
- Kelinger. (1982). investigacion del comportamiento. california: mcgraw-hill.
- Lidvic Suazo. (S.F.). tractian. obtenido de <https://tractian.com/es/blog/como-hacer-un-plan-de-mantenimiento>
- Mancuzo, Gabriel. (26 de julio de 2022). comparasoftware. obtenido de <https://blog.comparasoftware.com/costos-de-mantenimiento/>
- Ortuya, N. (25 de enero de 2023). autofact. obtenido de <https://www.autofact.com.co/blog/mi-carro/mecanica/scanner-automotriz>
- Pérez Rondón, F. A. (2021). conceptos generales en la gestion del mantenimienrto industrial . bucamanga (colombia): ediciones usta.
- Rentingfinders. (2022). obtenido de vehículos de transporte de mercancías: <https://rentingfinders.com/glosario/vehiculos-de-transporte-de-mercancias/>
- Stephen, R. (2005). essentials of organizational behavior. pearson prentice hall.
- Ubicalo. (S.F.). vida útil de un camión: ¿cuál es y cómo ampliarla? obtenido de <https://www.ubicalo.com.mx/blog/vida-util-de-un-camion/>

IX. Cronograma de Ejecución.

Actividades 2022-2023	Noviembre 2022					Enero 2023					Febrero 2023					marzo 2023					Observación					
	Semanas																									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5						
Fase 1) Curso de inducción para los tutores seleccionados																										
Curso de inducción para los tutores seleccionados																										
Fase 2) Inicio del taller para la culminación de estudio, enero del 2023																										
Elaboración de: Tema a investigar y objetivos.																										
Aprobación del tema por el decano																										
Marco conceptual																										
Diseño metodológico																										
Desarrollo del diseño metodológico																										
Aplicación de instrumentos, prueba de laboratorios																										
Procesamiento y análisis de la información																										
Conclusiones, recomendaciones y anexos																										
Fase 3) Defensa de trabajo monográfico, marzo del 2023.																										
Defensa del trabajo monográfico																										
Preparación de acto de graduación																										
Realización de acto de																										

Actividades 2022-2023	Noviembre 2022					Enero 2023					Febrero 2023					marzo 2023					Observación					
	Semanas																									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5						
graduación y entrega de título																										

X. Anexos.

- Anexo 1: Cabezal N°1

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	SP573725	SP573725	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK60	6067GK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	600	94.49%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	430	95.56%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2200	104.27%	Superávit
BHP gobernado	450	430	95.56%	Déficit
RPM gobernado	2110	2200	104.27%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1650	91.67%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1200	106.19%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 2: Cabezal N°2

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	YLF36741	YLF36741	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067NK60	6067NK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	610	96.06%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	444	98.67%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2210	104.74%	Superávit
BHP gobernado	450	444	98.67%	Déficit
RPM gobernado	2110	2210	104.74%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1670	92.78%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1200	106.19%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 3: Cabezal N°3

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	XDA43724	XDA43724	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067MK60	6067MK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	555	87.4%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	402	89.33%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2120	100.47%	Superávit
BHP gobernado	450	402	89.33%	Déficit
RPM gobernado	2110	2120	100.47%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1780	98.89%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1250	110.62%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 4: Cabezal N°4

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	VA795008	VA795008	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK60	6067GK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	623	98.11%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	435	96.67%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2280	108.06%	Superávit
BHP gobernado	450	435	96.67%	Déficit
RPM gobernado	2110	2280	108.06%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1700	94.44%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1260	111.5%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 5: Cabezal N°5

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	XP976567	XP976567	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK60	6067GK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	631	99.37%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	440	97.78%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2300	109%	Superávit
BHP gobernado	450	440	97.578%	Déficit
RPM gobernado	2110	2300	109%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1790	99.94%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1160	102.65%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 6: Cabezal N°6

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	VH549608	VH549608	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK60	6067GK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	595	93.7%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	435	96.67%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2140	101.42%	Superávit
BHP gobernado	450	435	96.67%	Déficit
RPM gobernado	2110	2140	101.42%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1690	93.89%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1155	102.21%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 7: Cabezal N°7

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	TH835050	TH835050	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK60	6067GK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	602	94.8%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	426	94.67%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2280	108.06%	Superávit
BHP gobernado	450	426	94.67%	Déficit
RPM gobernado	2110	2280	108.06%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1750	97.22%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1230	108.85%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 8: Cabezal N°8

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	VH857057	VH857057	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK60	6067GK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	618	97.32%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	421	93.56%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2190	103.79%	Superávit
BHP gobernado	450	421	93.56%	Déficit
RPM gobernado	2110	2190	103.79%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1720	95.56%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1215	107.52%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 9: Cabezal N°9

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	WL920862	WL920862	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK60	6067GK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	624	98.27%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	429	95.33%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2180	103.32%	Superávit
BHP gobernado	450	429	95.33%	Déficit
RPM gobernado	2110	2180	103.32%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1710	95%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1290	114.16%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 10: Cabezal N°10

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 6E	Serie 6E	-	-
Número de Chasis	5LU46103	5LU46103	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK6E	6067GK6E	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	582	91.65%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	402	89.33%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2200	104.27%	Superávit
BHP gobernado	450	402	89.33%	Déficit
RPM gobernado	2110	2200	104.27%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1770	98.33%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1145	101.33%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 11: Cabezal N°11

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 6E	Serie 6E	-	-
Número de Chasis	4PN23737	4PN23737	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK6E	6067GK6E	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	614	96.69%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	429	95.33%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2240	106.16%	Superávit
BHP gobernado	450	429	95.33%	Déficit
RPM gobernado	2110	2240	106.16%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1730	96.11%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1205	106.64%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 12: Cabezal N°12

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	TH564465	TH564465	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK60	6067GK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	617	97.17%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	423	94%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2115	100.24%	Superávit
BHP gobernado	450	423	94%	Déficit
RPM gobernado	2110	2115	100.24%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1760	97.78%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1210	107.08%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 13: Cabezal N°13

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	PP493399	PP493399	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK60	6067GK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	603	94.96%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	445	98.89%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2260	107.11%	Superávit
BHP gobernado	450	445	98.89%	Déficit
RPM gobernado	2110	2260	107.11%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1700	94.44%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1270	112.39%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 14: Cabezal N°14

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	VH677452	VH677452	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK60	6067GK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	583	91.81%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	419	93.11%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2280	108.06%	Superávit
BHP gobernado	450	419	93.11%	Déficit
RPM gobernado	2110	2280	108.06%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1670	92.78%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1210	107.08%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 15: Cabezal N°15

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	WP957798	WP957798	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK60	6067GK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	607	95.59%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	418	92.89%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2120	100.47%	Superávit
BHP gobernado	450	418	92.89%	Déficit
RPM gobernado	2110	2120	100.47%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1740	96.67%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1270	112.39%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 16: Cabezal N°16

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	VA737943	VA737943	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK60	6067GK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	621	97.8%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	408	90.67%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2200	104.27%	Superávit
BHP gobernado	450	408	90.67%	Déficit
RPM gobernado	2110	2200	104.27%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1700	94.44%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1230	108.85%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 17: Cabezal N°17

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	SH711138	SH711138	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK60	6067GK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	617	97.17%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	406	90.22%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2150	101.9%	Superávit
BHP gobernado	450	406	90.22%	Déficit
RPM gobernado	2110	2150	101.9%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1760	97.78%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1170	103.54%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 18: Cabezal N°18

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	1A660413	1A660413	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK60	6067GK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	623	98.11%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	419	93.11%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2120	100.47%	Superávit
BHP gobernado	450	419	93.11%	Déficit
RPM gobernado	2110	2120	100.47%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1680	93.33%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1205	106.64%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 19: Cabezal N°19

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	69036	69036	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK60	6067GK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	606	95.43%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	434	96.44%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2260	107.11%	Superávit
BHP gobernado	450	434	96.44%	Déficit
RPM gobernado	2110	2260	107.11%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1650	91.67%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1250	110.62%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 20: Cabezal N°20

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	2LJ63783	2LJ63783	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK60	6067GK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	605	95.28%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	419	93.11%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2260	107.11%	Superávit
BHP gobernado	450	419	93.11%	Déficit
RPM gobernado	2110	2260	107.11%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1700	94.44%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1205	106.64%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 21: Cabezal N°21

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	4LM13710	4LM13710	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK60	6067GK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	588	92.6%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	431	95.78%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2280	108.06%	Superávit
BHP gobernado	450	431	95.78%	Déficit
RPM gobernado	2110	2280	108.06%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1660	92.22%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1170	103.54%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 22: Cabezal N°22

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	PA420072	PA420072	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK60	6067GK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	603	94.96%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	419	93.11%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2130	100.95%	Superávit
BHP gobernado	450	419	93.11%	Déficit
RPM gobernado	2110	2130	100.95%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1650	91.67%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1195	105.75%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 23: Cabezal N°23

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	XL976803	XL976803	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK60	6067GK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	599	94.33%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	442	98.22%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2220	105.21%	Superávit
BHP gobernado	450	442	98.22%	Déficit
RPM gobernado	2110	2220	105.21%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1610	89.44%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1140	100.88%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 24: Cabezal N°24

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	PH496576	PH496576	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK60	6067GK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	581	91.5%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	430	95.56%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2260	107.11%	Superávit
BHP gobernado	450	430	95.56%	Déficit
RPM gobernado	2110	2260	107.11%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1690	93.89%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1200	106.19%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 25: Cabezal N°25

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	RH655470	RH655470	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK60	6067GK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	602	94.8%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	408	90.67%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2210	104.74%	Superávit
BHP gobernado	450	408	90.67%	Déficit
RPM gobernado	2110	2210	104.74%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1690	93.89%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1140	100.88%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 26: Cabezal N°26

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	YDF54624	YDF54624	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK60	6067GK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	625	98.43%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	402	89.33%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2190	103.79%	Superávit
BHP gobernado	450	402	89.33%	Déficit
RPM gobernado	2110	2190	103.79%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1790	99.44%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1210	107.08%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 27: Cabezal N°27

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	VP752770	VP752770	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK60	6067GK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	621	97.8%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	433	96.22%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2120	100.47%	Superávit
BHP gobernado	450	433	96.22%	Déficit
RPM gobernado	2110	2120	100.47%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1660	92.22%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1195	105.75%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 28: Cabezal N°28

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor	Serie 60	Serie 60	-	-
Número de Chasis	SP875516	SP875516	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	6067GK60	6067GK60	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	585	92.13%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	424	94.22%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2250	106.64%	Superávit
BHP gobernado	450	424	94.22%	Déficit
RPM gobernado	2110	2250	106.64%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1690	93.89%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1200	106.19%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 29: Cabezal N°29 International

Indicadores de Vehículo	V.N	V.E 1	Eficiencia	Resultado
Serie Motor			-	-
Número de Chasis	1C009117	1C009117	-	-
VIN	-	-	-	-
Modelo de Motor	CUMMINS - ISX-450	CUMMINS - ISX-450	-	-
Id. Velocímetro RPM	635	630	99.21%	Déficit
RPM de caída LSG	135	0	0.00%	Déficit
Indicador BHP	450	448	99.56%	Déficit
Indicador Motor RPM	2110	2160	102.37%	Superávit
BHP gobernado	450	448	99.56%	Déficit
RPM gobernado	2110	2160	102.37%	Superávit
Fuerza de torcer máxima ft-Lb	1800	1600	88.89%	Déficit
Fuerza de torcer máxima RPM	1130	1145	101.33%	Superávit

Fuente: Elaboración propia.