

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS
AMÉRICAS**

**ESCUELA DE INGENIERIA
ELECTROMECAÁNICA**

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

**Plan adecuado de mantenimiento preventivo para los
camiones hidrovaciadores que atienden el sistema de
alcantarillado sanitario de la Gran Área Metropolitana**

NOMBRE DEL AUTOR

Carlos Mauricio Chavarría Jiménez

SAN JOSE, ABRIL 2017

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
1. Título del Seminario de Tesis.....	2
2. Planteamiento del problema de estudio	2
3. Justificación.....	2
4. Generalidades sobre la empresa	4
5. Objetivo de la investigación	4
5.1. Objetivo general	4
5.2. Objetivos específicos	4
6. Alcance y limitaciones	5
7. Antecedentes	7
CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO	12
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	13
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	47
1. Definición de método científico:	47
2. Tipos de investigación	50
3. Fuentes de información	51
4. Variables.....	52
5. Descripción de instrumentos.....	53
CAPÍTULO IV: DESARROLLO.....	54
1. Diagnóstico de la situación actual del taller de maquinaria y equipo especial.....	54
2. Propuesta de solución	73

3. Interpretación de resultados y aportes88

CONCLUSIONES91

RECOMENDACIONES.....94

ANEXOS.....99

LISTA DE CUADROS

Tabla 1: Información general de AyA	4
Tabla 4.1 Camión 102-823.....	62
Tabla 4.2: Camión 102-1016.....	62
Tabla 4.3: Camión 102-1513.....	63
Tabla 4.4: Camión 102-1020.....	63
Tabla 4.5: Fecha de cumplimiento de vida útil estimada por fabricantes.	66
Tabla 4.6: Costo de cada camión en 2017.....	70
Tabla 4.7: Tiempo medio entre fallos periodos 2015 y 21026	71
Tabla 4.8: Criterios para cuantificar la criticidad.....	72
Tabla 4.9: Costos estimados para una mantenimiento preventivo de camiones hidrovaciadores contratado según propuesta.	83
Tabla 4.10: Costos estimados para una mantenimiento preventivo de camión hidrolimpiador contratado según propuesta.	84
Tabla 4.11: Costos estimados para una mantenimiento preventivo de camiones hidrovaciadores por administración directa AyA.	85
Tabla 4.12: Costos estimados para una mantenimiento preventivo de camiones hidrovaciadores por administración directa AyA.	86

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1: Años de servicio flota de camiones alcantarillado sanitario.....	66
Gráfico 4.2: Órdenes de trabajo realizadas periodo 2015.	67
Gráfico 4.3: Órdenes de trabajo realizadas periodo 2016.	68
Gráfico 4.4: Resumen órdenes de trabajo realizadas periodo 2016.	68
Gráfico 4.5: Porcentaje según tipo de orden periodos 2015 y 2016.	69
Gráfico 4.6: Costos de mantenimiento por camión y periodo.	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Matriz de criticidad.	35
Figura 2.2: Matriz de criticidad.	35
Figura 2.3: Camión hidrovaciador.	38
Figura 2.4: Camión hidrolimpiador	39
Figura 2.5: Tren motriz	41
Figura 2.6: Chasis	42
Figura 2.7: Cabina	42
Figura 2.8: Sistema eléctrico y electrónico	43
Figura 2.9: Esquema de sistema de bombeo alta presión de agua Sistema hidrovaciador Camel 200	44
Figura 2.10: Sistema hidráulico Camel 200.....	45
Figura 2.11: Sistema de control Rivard camión placa 102-823.....	46
Figura 4.1: Organigrama.....	55
Figura 4.2: Taller de equipo y maquinaria.....	57
Figura 4.3: Zona de parqueo de camiones hidrovaciadores.	57
Figura 4.4: Cuarto de lubricantes.....	58
Figura 4.5: Recipientes para cambio de aceite.....	58
Figura 4.6: Ejemplo de Solicitud de servicio camión hidrovaciador	60
Figura 4.7: Orden de trabajo interna.....	61
Figura 4.8: Correo electrónico personero de Rivard.....	64
Figura 4.9: Criticidad camiones.....	73
Figura 4.10: Orden de trabajo de inspección estática camión hidrovaciador integrada en software TRICOM.	75
Figura 4.11: Orden de trabajo de inspección dinámica camión hidrovaciador integrada en software TRICOM.	76
Figura 4.12: Orden de trabajo de inspección estática camión hidrolimpiador integrada en software TRICOM.	77
Figura 4.13: Orden de trabajo de inspección dinámica camión hidrolimpiador integrada en software TRICOM.	78
Figura 4.14: Cronograma de actividades preventivas camiones de alcantarillado sanitario parte 1.....	79
Figura 4.15: Cronograma de actividades preventivas camiones de alcantarillado sanitario parte 2.....	80

Figura 4 16: GANT Mantenimiento Preventivo Camiones hidrovaciadores e hidrolimpiador
AyA..... 82

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo de este trabajo de investigación es establecer cuál es el plan de mantenimiento preventivo para los camiones hidrovaciadores que atienden el sistema de alcantarillado sanitario de la gran área metropolitana

En el capítulo I, se definen los objetivos generales y específicos de la investigación y se mencionan las limitaciones que se presentaron.

En el capítulo II, se proponen los conceptos teóricos utilizados como base técnica para el estudio, utilizando el concepto de mantenimiento preventivo como el más adecuado. Se hace un diagnóstico actualizado del estado del mantenimiento de los equipos. Para ello, se utilizaron y analizaron las órdenes del trabajo de los periodos 2015 y 2016 relacionadas con los 4 camiones documentadas por personal de mantenimiento.

Lo correspondiente al desarrollo de esta investigación se realiza en el capítulo IV, se analizó la naturaleza de las órdenes de trabajo para cada camión, se realiza el análisis de costos de mantenimiento por unidad, por periodo y el costo actual de cada camión. Además, se realiza el estudio de criticidad correspondiente. Luego se proponen las tareas y frecuencias de las inspecciones estáticas y dinámicas por tipo de equipo, se da el cronograma de actividades de mantenimiento, para encontrar la totalidad de las actividades en un GANT resumen para los 4 camiones. Posteriormente, se analiza el costo estimado de implementación del programa de mantenimiento propuesto y el impacto económico que representaría para la institución.

INTRODUCCIÓN

El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), en su plantel ubicado en la Uruca, se encuentra parte del departamento de Recolección y Tratamiento de aguas residuales, el cual dispone de camiones especializados para la atención y mantenimiento de la red de alcantarillado sanitario de la GAM.

La misión del AyA es la siguiente:

Normar y garantizar los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y tratamiento, según los requerimientos de la sociedad y de nuestros clientes, contribuyendo al desarrollo económico y social del país.

Y su visión:

Ser la empresa pública líder en agua potable y saneamiento comprometida con la excelencia en el servicio al cliente, para brindar calidad de vida a la sociedad costarricense en armonía con el ambiente.

Como lo indica tanto su misión como su visión es que el correcto funcionamiento del alcantarillado y el tratamiento de aguas residuales pasan de ser servicios para los usuarios a un requisito para el desarrollo sostenible y una necesidad que involucra la salud pública. Por lo que la calidad, continuidad y la seguridad del servicio de alcantarillado sanitario están directamente concernidas a la disponibilidad de los equipos hidrovacadores con los que se realiza su labor de mantenimiento y puesta a punto, es así que indudablemente esta relación se logra mediante un plan de mantenimiento apropiado para estos equipos.

Este estudio se orienta a encontrar el plan de mantenimiento preventivo adecuado para la empresa, su implementación y el análisis financiero del costo de mantenimiento actual.

1. Título del Seminario de Tesis

Plan adecuado de mantenimiento preventivo para los camiones hidrovaciadores que atienden el sistema de alcantarillado sanitario de la gran área metropolitana.

2. Planteamiento del problema de estudio

Para relacionar el problema al cual se pretende dar solución, se debe plantear la siguiente pregunta:

¿Cómo debe ser un plan de mantenimiento preventivo adecuado para los camiones hidrovaciadores que atienden el sistema de alcantarillado sanitario de la gran área metropolitana para Acueductos y Alcantarillados?

3. Justificación

Acueductos y Alcantarillados (AyA) es una institución autónoma que nació en 1961, para brindar los servicios de agua potable y alcantarillado a los habitantes.

Para este estudio se detalla el servicio de alcantarillado, el cual comprende:

- Recolección, conducción y tratamiento de aguas residuales
- Construcciones de redes de alcantarillado para cubrir la demanda de conexiones.
- Operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado
- Construcción y mantenimiento de colectores, sumideros, cámaras de inspección y demás obras de alcantarillado.

En el plantel Carlos Segura ubicado en la Uruca se cuenta con una flota de 4 camiones especializados para la atención del servicio de alcantarillado sanitario, un hidrolimpiador y 3 hidrovaciadores. Las principales funciones de un camión hidrovaciador

son succionar los desechos que existan en pozos, sumideros almacenarlos para su traslado y tratamiento en una planta así como el desatorado, limpieza de tuberías con su sistema de alta presión para el correcto funcionamiento de la red de alcantarillado; al contener las unidades hidrovaciadoras aguas residuales agentes patógenos nocivos que pueden ser inclusive tóxicos para la salud humana y para el medio ambiente, resulta de vital importancia asegurar la disponibilidad de su funcionamiento con el propósito de evitar reboces provenientes del alcantarillado sanitario que puede causar contaminación y poner en peligro de la salud de los usuarios.

Se debe considerar que el camión hidrovaciador transporta estas aguas residuales y sedimentos por lo que una falla en el sistema de succión, descarga o almacenaje podría generar un grave impacto ocupacional para los operadores del equipo siendo imprescindible formular un plan de mantenimiento que sea aplicable a la totalidad de los equipos a través de una metodología como el mantenimiento preventivo con el fin de buscar la reducción de paros en el vehículo y su equipo auxiliar por la vitalidad de su servicio en pro del bienestar de la población y la industria de la GAM.

4. Generalidades sobre la empresa

Nombre de la institución	Instituto costarricense de acueductos y alcantarillados. (AyA)
Tipo	Entidad autónoma del estado costarricense
Fecha de creación	14 de abril de 1961
Número de empleados	3500.
Presidente ejecutiva	Yamileth Astorga Espeleta
Página web	www.aya.go.cr

Tabla 1: Información general de AyA

Fuente: aya.go.cr

5. Objetivo de la investigación

5.1. Objetivo general

Establecer un plan de mantenimiento preventivo adecuado para los camiones hidrovaciadores que atienden el sistema de alcantarillado sanitario de la gran área metropolitana (GAM) para Acueductos y alcantarillados.

5.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico detallado de cada camión hidrovaciador y un hidrolimpiador, especificando su año, modelo, representante de la marca del equipo auxiliar y la capacitación del personal de mantenimiento respecto estas unidades.

- Efectuar la categorización de las fallas, su frecuencia para las unidades de atención del servicio de limpieza y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario.

- Establecer una rutina de actividades preventivas, su duración y frecuencia para las diferentes unidades para la totalidad de los equipos, entregarla a la jefatura del departamento e incluirla dentro del software de mantenimiento utilizado en AyA.

- Analizar costos de mantenimiento actuales de las unidades y estimar su costo económico en el mantenimiento si se ejecuta el plan de mantenimiento preventivo que se propone.

6. Alcance y limitaciones

Debido a la necesidad y al crecimiento de la red de alcantarillado, se presentará un plan de mantenimiento preventivo para la flota de 3 vehículos hidrovaciadores y un hidrolimpiador de AyA, ubicados en el plantel Carlos Segura con sede en la Uruca provincia de San José, este involucra a las siguientes unidades:

- Mercedes Benz Actros 2631 placa 102-823
- Mercedes Benz Actros 2631placa 102-1016
- International 4900 Placa 102-1020,
- Freightliner M2 Placa 102-1513.

Para lo anterior, se hace necesario establecer un cronograma de intervenciones basado en las inspecciones dinámicas, estáticas y la programación de los mantenimientos preventivos.

Por ello, se hará entrega el plan de mantenimiento para los equipos seleccionados en formato digital (PDF) y además estará instalado dentro del software de mantenimiento utilizado en AyA.

Limitaciones

Debido a la especialización de estas unidades, falta documentación técnica de los fabricantes tanto de los camiones como de los equipos auxiliares para la conformación de las fichas de mantenimiento.

De los 4 equipos y sus respectivas marcas solo hay un solo representante para uno de los equipos auxiliares a nivel local, por lo que repuestos disponibles en stock son inexistentes así como la asistencia técnica necesaria. Si esto se suma a la directriz superior de no contar con bodegas de repuestos para vehículos en AyA complica las reparaciones así como el plazo disponibilidad de los equipos.

El personal actual del taller de maquinaria no ha recibido ninguna capacitación respecto de la operación y el mantenimiento de las unidades. En consecuencia, dependen del criterio de los operadores para la puesta a punto de los equipos.

Se excluirán de este estudio los siguientes componentes de para todas las unidades:

Guías de desatorado, mangueras de alta presión y succión, los tres componentes se encuentran disponibles actualmente para todos los equipos y son entregados a los operadores por parte del departamento de Alcantarillado Sanitario, siendo sustituidos bajo criterio del operador y del ingeniero a cargo de las cuadrillas.

Asimismo, se excluirá de este estudio el cálculo del tiempo medio entre fallas debido a inconsistencia en las fechas de cierre de las órdenes de trabajo en el software de mantenimiento usado por el personal de AyA.

7. Antecedentes

Número 1

Autor: Ing. Sergio Raúl Villacrés Parra

Título: Desarrollo de un plan de mantenimiento aplicando la metodología de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) para el vehículo Hidrocleaner Vactor M654 de la empresa Etapa EP.

Institución: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Instituto de Postgrado y Educación Continua.

Año: 2016

País: Ecuador

El ingeniero Villacrés realizó un trabajo de investigación, la cual consistió en el análisis de modos de fallos y efectos presentes, así como en categorizarlos según un orden de prioridad o riesgo para la atención y el establecimiento de los periodos medio de fallo para ejecutar labores preventivas para disminuir la posibilidad de paro de la unidad.

Siendo los siguientes puntos motivo de análisis y base de comparación para la categorización de las diferentes fallas de los camiones de esta investigación:

- Similitud de la empresa que ejecuta los servicios.
- Antigüedad de las unidades hidrovaciadores.
- Modos de falla.
- Frecuencia de falla

Esta investigación posee contenido de alta importancia para este estudio, debido a su reciente publicación y al ser la única fuente relacionada con los camiones hidrovaciadores. Estos equipos al ser especializados en el mantenimiento de la red de alcantarillado son pocas las unidades disponibles en nuestro país.

Su tipo y método de investigación descrito en la página 21 y 22:

El enfoque de este trabajo de investigación es del tipo mixto, que aborda aspectos cuantitativos, al realizar la estimación de la tasa de fallos para un periodo de tiempo considerado, así como la determinación de los costos de mantenimiento de un vehículo hidrocleaner M654 de la empresa ETAPA EP. La parte cualitativa, corresponde a la selección de un caso de estudio, a través de un análisis de criticidad.

El método empleado para llevar a cabo el presente trabajo de investigación, será deductivo: de lo general a lo particular. Se aplicaron técnicas de investigación como:

Entrevistas al personal técnico y administrativo, relacionado con la administración de los vehículos de la empresa ETAPA EP.

Análisis cuantitativo de los datos registrados en el software para gestión de mantenimiento SisMAC, para determinar la tasa de fallos en el periodo 2014 y 2015.

Entrevistas a especialistas el área de mantenimiento del tipo de activo considerado para este estudio.

Aplicación de criterios metodológicos internacionales del RCM (Mantenimiento Basado en Confiabilidad), a los equipos críticos del vehículo hidrocleaner M654.

Ambos aspectos descritos brevemente por el autor brindan una guía de especial interés, pues serán usados dentro de esta investigación para la confección del estudio de criticidad de los camiones, además de determinar las principales fallas en los camiones.

Número 2

Autor: Ing. Elías Molina Córdoba

Título: Programa de mantenimiento preventivo adecuado para el cumplimiento de un perfil electromecánico

Institución: Universidad Internacional de las Américas

Año: 2015

País: Costa Rica

El ingeniero Molina realizó un trabajo de investigación que consistió en el diagnóstico del estado de la maquinaria, así como de los procedimientos que se desarrollaban respecto al mantenimiento preventivo eléctrico y mecánico, utilizando el criterio del personal de planta y de mantenimiento. A través del análisis del tipo de atención de los equipos, así como sus costos de mantenimiento fueron necesarios para realizar una propuesta e implementación de un plan de mantenimiento que redujera los tiempos de paro que generaban pérdidas en producción así como altos costos de mantenimiento Correctivo. Esta investigación profundiza en el estado del equipo de la compañía, así como el estado actual de las rutinas de mantenimiento existentes, lo cual se hace marca una pauta para el análisis del estado actual del taller de maquinaria de acueductos y alcantarillados.

La distribución del personal es un factor, el cual se ejemplifica mostrando el panorama de una empresa privada relacionada con la producción de alimentos a través de su organigrama.

En su desarrollo se hace referencia a la disfuncionalidad de separar el mantenimiento en 2 áreas (Mecánico y eléctrico) y sobre los beneficios de unificar estos procedimientos en

un solo servicio y el valor de la información de las inspecciones para la realización de otros tipos de mantenimientos.

Sus referencias bibliográficas, sus conceptos y el planteamiento de las ideas expuestas relacionadas a los tipos de mantenimiento preventivo y correctivo así como su programación colaboran en la orientación de esta investigación enriqueciendo desde la perspectiva de su autor respecto de las ventajas que se pueden potenciar a través del establecimiento del programa preventivo y su metodología.

En esta investigación se muestra la construcción de las rutinas de inspección para diferentes equipos así como sus distintas necesidades de mantenimiento según corresponda y los tiempos estimados para su ejecución. Este aporte es vital para la construcción de los mantenimientos preventivos e inspecciones técnicas para los camiones del servicio de alcantarillado.

El trabajo de investigación realizado por el autor entrega tiempos de paro de distintas clases de equipos, lo que será usado como parámetro del impacto que genera un equipo fuera de servicio en una entidad privada contra una institución pública.

Número 3:

Autor: María Dos Santos

Título: Elaboración de manuales de mantenimiento preventivo para máquinas de la empresa Spilfer C.A.

Institución: Universidad Simón Bolívar, Vicerrectorado Académico, Decanato de Estudios Tecnológicos, Coordinación de Tecnología Mecánica y Mantenimiento aeronáutico

Año: 2012

País: Venezuela

La ingeniera Dos Santos realizó un trabajo de investigación, el cual consistió en la realización de un estudio de criticidad de los diferentes equipos utilizados por esta compañía.

El grupo piloto de equipos para delimitar el estudio a una población finita fue definido para el desarrollo de los formatos para llevar a cabo la documentación de las actividades realizadas. Una vez documentado, se usó para la creación de las distintas rutinas de mantenimiento para cada aplicación o equipo relacionado con el proceso productivo o de conservación del mismo, esto para la creación de las fichas técnicas respectivas y las hojas de vida.

Este aporte presenta tanto la descripción de los diferentes sistemas y el mantenimiento de los componentes de un equipo incluyendo fotografías que facilitan el aprendizaje para personal de reciente ingreso y su familiarización con el mantenimiento de las diferentes unidades es por lo que se usa como guía básica de la conformación de un manual de mantenimiento preventivo para equipos especiales a partir de la ejecución de tareas preventivas específicas para cada sistema. Esta fuente orienta para la creación de las rutinas aplicables a los equipos hidrovaciadores del AYA, esto debido a la diversidad de equipos los cuales están configurado, esto es vital, pues las unidades hidrovaciadores no son solo un camión de transporte sino diferentes subsistemas que conforman un equipo auxiliar para la tarea de desatorado, limpieza y succión de la red de alcantarillado de la GAM.

CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO

En la investigación realizada del programa de mantenimiento preventivo de los camiones hidrovaciadores con el cual se contaba, se determina que se tiene registro de lubricación relacionado al cambio de aceite de motor semestral o cada 5000 kilómetros y entrega de grasa mensual. No obstante, no existe registro de mantenimientos preventivos para el equipo especial o demás componentes del camión, en la institución se cuenta con un software con el cual se pueden incluir rutinas mantenimiento preventivo, inspecciones de un perfil electromecánico para el camión completo.

Este software (TRICOM) fue alimentado por una serie de reparaciones correctivas y cambios de aceite que fueron realizadas tanto por el personal del taller como por proveedores externos.

Con lo analizado se tiene claro que no hay ejecución de un programa de mantenimiento preventivo, que no existen las inspecciones por parte del personal del taller para poder tomar decisiones para la programación de otros tipos de mantenimientos como programados o especiales.

El personal técnico debe ser capacitado para igualar conocimientos electromecánicos básicos, ya que 3 son de formación empírica, razón por la cual su conocimiento teórico es deficiente, se hace necesario conocimientos de temas como electricidad, neumática, hidráulica y sistema de automatización.

Como resultado de un programa de mantenimiento preventivo inexistente, tanto en el camión como en el equipo auxiliar AyA ha venido invirtiendo importantes sumas de dinero en la puesta a punto de sus equipos, estas inversiones tendrán una vida útil acortada si no se cuenta con un adecuado programa de mantenimiento preventivo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Conceptualización:

La necesidad de mantenimiento para la conservación de las herramientas desarrolladas por el hombre es una condición que está presente desde los inicios de la historia humana, las diferentes necesidades han llevado a intentar preservar sus características siendo esto una tarea continua. Por tanto, el desarrollo de estrategias y metodologías del mantenimiento se sigue perfeccionando día con día para aumentar la disponibilidad, funcionabilidad y confiabilidad al menor coste de mantenimiento posible de los equipos o herramientas con las que se cuentan.

Debido a la inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo para los camiones hidrovaciadores, se realizó la propuesta de este trabajo de investigación a la dirección correspondiente, para la mejora del servicio y atención del mantenimiento de los camiones.

A través del plan de mantenimiento preventivo, se pretende mantener bajo vigilancia los equipos en busca del inicio de averías para que sean intervenidas antes de que se generen paradas no programadas en tanto y cuanto sea posible de los equipos y las afectaciones que esto conlleva ya sea al proceso productivo o al servicio brindado. Con su implementación se busca profesionalizar el mantenimiento dando paso al proceso de programación de las paradas y la disminución de la atención de emergencias o fallas por avería, atacando por consiguiente la duración de los tiempos de reparación.

Existe un beneficio agregado del plan de mantenimiento propuesto, que cabe mencionar, al implementarse brinda un inicio para la integración del mantenimiento

predictivo así como el mantenimiento basado en confiabilidad, ambos a mediano plazo, ya que se encarga de la compilación de la información de fallas, siendo posible su categorización así como determinar su frecuencia. Estos datos son necesarios para conocer el comportamiento de las unidades y sus distintos componentes siendo vitales para la posible confección de los planes de mantenimiento mencionados.

Definición de mantenimiento

Proceso que tiene como misión lograr los niveles establecidos de disponibilidad para las funciones de la instalación en su contexto operativo, valiéndose de talentos humanos, recursos, activos, controles y mecanismos de gestión, satisfaciendo los niveles de Producción/Servicios comprometidos por la organización durante un determinado horizonte de tiempo con los estándares de seguridad vigentes y sin recurrir en gastos que no contribuyan con el sostenimiento de las condiciones anteriores. (Pistarelli, 2010, pág. 19)

La asociación francesa de normalización en la norma X60-10 (1994) brinda una definición que dice que es: “El conjunto de acciones que permiten conservar o restablecer un bien a un estado especificado o a una situación tal que pueda asegurar un servicio determinado”.

Por tanto, el mantenimiento industrial puede ser visto como el conjunto de técnicas que tienen el objetivo común de alcanzar una utilización óptima de los activos productivos, manteniéndolos en el estado necesario para una producción eficiente con los menores gastos posibles.

Tipos de Mantenimiento

Mantenimiento Rutinario

Es el tipo de mantenimiento basado en la ejecución de actividades frecuentes tales como: lubricación, limpieza, protección, ajustes, calibración, entre otras actividades usuales, su rutina de ejecución es hasta periodos semanales, por lo general es realizado por los operarios de los sistemas productivos. Su objetivo radica en mantener y alargar la vida útil de dichos sistemas productivos impidiendo su desgaste.

Mantenimiento Programado

Este mantenimiento se basa en las instrucciones y/o especificaciones técnicas recomendadas por los fabricantes, constructores, diseñadores, usuarios y experiencias conocidas, para obtener ciclos de revisiones y/o sustituciones de los elementos más importantes de los sistemas productivos a fin de establecer la carga de trabajo que es necesario programar. La frecuencia de su ejecución cubre desde quincenal hasta periodos anuales, por lo general, y es realizado por las cuadrillas de la organización de mantenimiento, las cuales se dirigen al lugar para ejecutar las labores programadas en un calendario anual. (Comité Técnico de Normalización CT3, 92, pág. 1)

Mantenimiento por Avería o reparación

Es el que se ejecuta cuando ocurre la falla en los sistemas productivos. Su objetivo se basa en mantener en servicio apropiado los sistemas antes mencionados con el fin de minimizar los tiempos de paradas. Lo ejecuta el personal de mantenimiento. Por ser este un mantenimiento por reparación luego de la aparición de la fallas la atención debe ser inmediata y, por lo tanto, no es programado, ya que implicaría el aumento de costos y de paradas innecesarias tanto de personal como de equipos.

Mantenimiento Correctivo

Es el que tiene la función de corregir la falla de un modo integral a mediano plazo, a través de actividades de todo tipo orientadas a eliminar la necesidad de mantenimiento. Dentro de las acciones más usuales predominan: modificación de elementos de máquinas, modificación de alternativas de proceso, cambios de especificaciones, ampliaciones, revisión de elementos básicos de mantenimiento y conservación. El personal de la organización de mantenimiento y/o entes foráneos serán los encargados de ejecutar este tipo de actividades aunque estas también van a depender de la magnitud, costos, especialización necesaria entre otros. Su intervención tiene que ser planificada y programada en el tiempo para que su ataque evite paradas injustificadas.

Mantenimiento Circunstancial

Es el tipo de mantenimiento considerado como una mezcla entre rutinario, programado, avería y correctivo debido a que por su intermedio se ejecutan acciones de rutina pero sin tener un punto fijo en el tiempo para iniciar su ejecución, esto es porque los sistemas atendidos funcionan de manera alterna; las acciones se realizan en función de la programación anual pero de igual manera tampoco tienen un punto fijo de inicio por lo expuesto anteriormente, las averías se atienden cuando el sistema se detiene existiendo lógicamente otro sistema que cumpla su función y el estudio de la falla es lo que permite la programación para su posterior corrección eliminando dicha avería a mediano plazo.

La atención de los sistemas productivos bajo este tipo de mantenimiento no depende de la organización de mantenimiento que se tienen dentro de sus planes y programas sino de otros entes de la organización de los sistemas productivos los cuales

sugieren aumento en la capacidad de producción, cambios de procesos, disminución de ventas, reducción de personal y/o de turnos de trabajo. (Comité Técnico de Normalización CT3, 92, pág. 2)

Para el caso del mantenimiento preventivo existe la siguiente definición:

Mantenimiento Preventivo

Este tipo de mantenimiento está enfocado a la implementación de todos los recursos necesarios y disponibles considerando además los estadísticos para determinar la frecuencia de las inspecciones, revisiones, sustitución de piezas claves, probabilidad de aparición de averías, vida útil, entre otras. El objetivo fundamental de este tipo de mantenimiento es adelantarse a la aparición o predecir la presencia de la falla (Comité Técnico de Normalización CT3, 92, pág. 2)

Otra definición es que “El mantenimiento preventivo es aquel que se ejecuta antes de que se produzca el fallo o avería, basándose en el fuerte convencimiento de la prevención como política de gestión”. (Estudios Superiores abiertos SEAS, pág. 31)

Lo anteriormente citado expresa a través de los diferentes autores lo que en sí busca este estudio. Si bien nunca se van a dejar de utilizar recursos para tener disponibles los diferentes equipos, lo que se quiere es girar la acción de ejecutarlos hacia la prevención, disminuyendo las paradas del equipo por correcciones necesarias debido a fallas que pudieron ser atendidas de manera programada.

Generalidades del mantenimiento preventivo

Como ya es conocido por nosotros, el mantenimiento preventivo es aquel que se realiza con anterioridad a la aparición de fallos o averías, con objeto de que estas no lleguen a producirse. Por ello, es un mantenimiento de “anticipación”.

Las ventajas que plantea la aplicación de políticas de mantenimiento preventivo son numerosas, pero entre todas ellas cabría destacar las siguientes:

Aumento de la fiabilidad

La fiabilidad se aumenta al producirse menos fallos cuando el dispositivo se encuentra en servicio, pues las intervenciones se realizan en tiempos de paro o en la medida de lo posible, cuando estas sean menos costosas.

Aumento de la durabilidad

Al no producirse fallos o averías, la vida útil del dispositivo aumenta de manera notable, máxime cuando es conocido que la aparición de averías poco importantes puede desencadenar males mayores, llegando incluso al cese de la función. (Estudios Superiores abiertos SEAS, pág. 13)

Respecto del cese de la función la norma COVENIN 3049-93 (pág. 4) define lo que es una falla total por alcance “Es aquella que origina desviaciones o pérdidas de las características de funcionamiento de un sistema productivo tal que produce la incapacidad de producir su función”. Esto es lo contrario de lo que plantea un adecuado plan de mantenimiento preventivo.

Reseña del Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se practica desde la mecanización de la industria, con tareas como limpieza y lubricación, las cuales fueron ejecutadas por los operadores de los equipos. Con la intensificación de los procesos industriales la detención de la maquinaria generaba grandes pérdidas económicas.

La automatización y la competitividad entre las industrias han reducido los tiempos muertos dentro de la producción y generando la idea de prevenir fallas, anticiparse a su ocurrencia y evitando un gran mal.

Es por eso que los operadores dejaron de hacer labores de limpieza y lubricación, volviéndose personal especializado en operar el equipo, logrando un máximo rendimiento, dando paso a personal especializado, el cual se encarga de corregir, restaurar y prevenir las averías.

El mantenimiento preventivo tiene como propósito aumentar la disponibilidad de los activos industriales, disminuyendo paradas no programadas o los elevados tiempos improductivos, se caracteriza por aprovechar el momento más oportuno para intervenir los equipos.

Se puede planear y además permite preparar piezas de cambio, herramientas, usando personal capacitado, para permitirnos el realizar un trabajo con las correctas medidas de seguridad.

Para que su resultado sea el deseado, se debe analizar la información obtenida, así como valorar la parte económica de este plan.

Un mantenimiento preventivo puede tener tareas como, sustitución periódica de partes, restauración de equipos, limpieza, lubricación, calibraciones. (Pistarelli, 2010, pág. 71)

Alcance y definición del mantenimiento preventivo

Es un tipo de mantenimiento planificado, incluye intervenciones programadas para la reparación de alguna sección del equipo o para el cambio de componentes que sin importar su estado se sustituyen.

Es de mucha importancia el analizar la información que nos pueda brindar el elemento sustituido, ya que con esa información podrá ajustarse el MTBF (tiempo medio entre fallas).

Es importante conocer la vida útil de los elementos a reemplazar, pues si los cambios se realizan de manera prematura, desperdiciamos la vida útil del elemento sustituido.

En un plan de mantenimiento preventivo se debe encontrar:

a) Reemplazo de equipos, subconjuntos, componentes o piezas, pasado un cierto tiempo, los elementos mecánicos móviles que forman parte de nuestros equipos sufren desgastes naturales o por fatiga, aumentando la posibilidad de fallar

b) Conservación, revisión o restauración de ítems, estas acciones de conservación buscan controlar o revisar los equipos para llevarlos a su estado de condición básica original.

c) Rutinas de inspección y chequeos de recorrido. Acciones concretas para la conservación de la condición básica, tienen como característica que son de bajo costo y de alto beneficio.

d) Limpieza, ajuste y lubricación, permite mantener los elementos dentro de condiciones básicas de operación, genera beneficios extraordinarios.

e) Calibración, es ajustar los equipos o componentes con parámetros de patrones certificados, permitiendo asegurar los estándares de calidad. (Pistarelli, 2010, pág. 72)

Objetivos del mantenimiento preventivo

a) Aumentar la disponibilidad de los activos industriales a través de la disminución de los tiempos de paro no programados o tiempos improductivos.

- b) Disminuir averías imprevistas de los equipos.
- c) Aprovechar la mano de obra por medio de tareas programadas.
- d) Mejorar la calidad de los productos y servicios.
- e) Disminuir el riesgo para los operadores y mantenimiento.
- f) Minimizar gastos asociados a reparaciones de emergencia.
- g) Disminuir el impacto ambiental por medio de una mejor planificación de tareas.

(Pistarelli, 2010, pág. 73)

El Instituto de Estudios Superiores cita en la página 32 de su libro Gestión del mantenimiento I: “El objetivo es sencillamente evitar que se degrade un servicio determinado o bien que se produzcan incidentes en los dispositivos”. Lo anterior resume completamente palabras lo que fue ampliado por Alejandro Pistarelli previamente.

Reemplazos y conservaciones programadas

Al realizar tareas de reemplazo, deben realizarse siempre que los costos de reparación de un elemento sean mayores al de su reemplazo o cuando su reparación no garantice el estándar de funcionamiento original del equipo.

Esta práctica es bien vista siempre que la tasa de fallas sea creciente en los elementos que forman el sistema por reemplazar.

Una rutina de reparación es más conveniente que convivir con la falla, debe tenerse claro que no es suficiente solo con reducir la cantidad de fallas, es importante optimizar los gastos de operación que se generan.

En este tipo de sustituciones debe analizarse de primero las averías que afectarían la seguridad, para luego trabajar en aquellas que afectaran los volúmenes de ventas y calidad de la producción.

Se debe de vigilar el no incrementar los gastos de la operación, por el aumento en los gastos de mantenimiento, ya que los últimos forman parte del gasto de la operación.

Una vez establecidas las frecuencias se debe realizar un análisis de resultados y un replanteamiento de estas. (Pistarelli, 2010, pág. 74)

Fallas imprevistas con impacto económico únicamente

En ocasiones, la avería del equipo solo encierra efectos económicos desfavorables, en estos casos el mantenimiento preventivo debe evaluarse desde un punto de vista puramente económico.

En casos así el tiempo de mantenimiento preventivo debe ser menor al MTBF (tiempo medio entre fallas sin mantenimiento preventivo).

El costo unitario queda establecido por:

$$C_{mp} = C_{rp} + C_{bmp}$$

Costo unitario sin mantenimiento preventivo:

$$C_f = C_{rp} + C_{rp} + C_{bm} + C_{ad}$$

Costo total con mantenimiento preventivo:

$$CT_{mp} = H \times (C_{rp} + C_{bmp})$$

TMP

Costo total sin mantenimiento preventivo:

$$CT_f = H \times (C_{rp} + C_{bm} + C_{ad})$$

MTBF

C_f = Costo unitario de la falla sin MP

C_{rp} = Costo de la tarea de MP (incluye repuestos, materiales, insumos, mano de obra, contrataciones, servicios de terceros; necesarios para efectuar el trabajo de sustitución o restauración).

C_{bm} = Costo o pérdida de beneficio marginal, se debe de tener claro que la detención del activo no produce consecuencias sobre la producción o las ventas, debido a que se cuentan con reservas para soportar el tiempo que dicho equipo se tarda en reparar, este valor se puede despreciar al igual que si se tiene duplicidad de los equipos.

C_{ad} = Son los gastos adicionales, generados por el daño imprevisto, estas fallas tienen consecuencias económicas sobre el activo, ya que por el daño pudo afectarse otros componentes, mismas que requerirán repararse generando un gasto adicional.

C_{mp} = Costo unitario de la intervención preventiva.

C_{bmp} = Los Mantenimientos preventivos se programan y se planifican en función de los baches de producción, no impactándola producción, sin embargo se dan ocasiones que por producción no pueden darse los espacios para los Mantenimiento Preventivo. (Pistarelli, 2010, págs. 80-82)

Combinación de tareas

La realidad impone tener en cuenta varias fallas simultáneamente, un elemento del equipo puede verse afectado directamente por más de una falla, esto debe tomarse en cuenta dentro de nuestro plan de mantenimiento preventivo.

En este caso, se debe combinar las periodicidades, agruparlas y ajustarlas asegurando la mayor eficacia del conjunto, se puede generar un sobre-mantenimiento o sub-mantenimiento.

El realizar la combinación de tareas preventivas consiste en identificar aquellas de frecuencias más cercanas a otras de mayor o menor periodicidad. Con esto se obtiene un menor número de detenciones del equipo. Para los casos en que los ajustes impongan una disminución de las frecuencias, se debe realizar una valoración del riesgo preventivo de la tarea ajustada, si el riesgo se mantiene dentro del valor tolerado para las consecuencias del fallo, podrá variarse la frecuencia sin inconvenientes.

Consideraciones para combinar tareas:

- a) Definir un periodo de análisis, generalmente cercano a la menor frecuencia.
- b) Concluir la cantidad de veces que cada rutina se repite a lo largo del periodo definido en el punto anterior
- c) Establecer la rutinas según el factor de repetición de mayor a menor
- d) Las tareas cuyas frecuencias tengan mayor repetición se tomaran como centrales
- e) Tomar una a una las tareas cuyas frecuencias tengan menor repetición y buscar el múltiplo más cercano a aquellas de mayor repetición
- f) Acordar la frecuencia de la rutina analizada en el punto anterior, según el múltiplo escogido y repetir todo el análisis
- g) Continuar la interacción hasta reducir a un valor aceptable la cantidad de intervenciones preventivas a lo largo de dicho periodo
- h) El límite de esta insistencia lo da el aumento del riesgo preventivo y el costo total.

Siempre se debe realizar un análisis integral para adoptar la mejor relación técnico-económica entre todas las tareas preventivas evaluando el riesgo que introduce la variación de los periodos.

En las tareas cuya finalidad sea evitar fallos con consecuencia en la seguridad, el ajuste hacia una periodicidad mayor es prohibido.

En los casos muy complejos, el equilibrio se encuentra al mezclar con varias periodicidades y evaluando también técnica y económicamente la mejor relación de conjunto. (Pistarelli, 2010, pág. 91)

Rutinas de inspección

Rutinas de inspección estáticas

Consiste en chequear los equipos fuera de la operación normal, y que no necesariamente supone el desarme de componentes. Es una inspección general y de comprobación. Se hace antes de cada puesta en marcha o en algún otro momento que la operación lo permita sin afectar el proceso productivo. Quienes lo realizan deben contar con un alto grado de habilidad técnica.

Antes de implementar estas rutinas debe analizarse la factibilidad técnica de realizar rutinas de inspección dinámica o cualquier otra técnica de monitoreo. (Pistarelli, 2010, pág. 93)

Rutinas de inspección dinámicas

Las inspecciones de máquinas en funcionamiento o el control de sus variables de proceso, son una de las tareas con mayor beneficio en el ámbito del MP. Se llevan a cabo aplicando los sentidos humanos utilizando instrumental de baja complejidad técnica.

La confección de la rutina dinámica debe ser desarrollada por personal altamente capacitado tanto en mantenimiento como en los procesos productivos de la organización. Su optimización se logra mediante un profundo análisis de causa-efecto para cada modo de falla.

Estas inspecciones se le conocen como tareas indirectas de base, se definen de esta manera, porque el comportamiento de las variables de proceso indica indirectamente la potencial falla de alguna parte o subconjunto del equipo. El papel de los especialistas de mantenimiento y producción es identificar esta relación indirecta entre efecto y causa. (Pistarelli, 2010, pág. 94).

Este tipo de rutina es llamada inspección de zona dentro en el manual de mantenimiento I del instituto de estudios superiores SEAS y cita lo siguiente: “Esta inspección consiste básicamente en visitar los equipos, con unos equipos de instrumentación adecuados, y pidiendo la opinión del personal que trabaja a pie de máquina, con el objeto de tener conocimiento, sobre posibles anomalías observadas desde la última visita”. Lo cual, difiere de la definición del ingeniero Alejandro Pistarelli, ya que involucra tanto al operador del equipo como al personal técnico brindando la posibilidad transmitir y profundizar las características de funcionamiento específicas de cada máquina enriqueciendo el conocimiento del personal de mantenimiento.

Frecuencia de las rutinas de inspección

Las rutinas de inspección pueden ser diarias, semanales, mensuales y hasta discrecionales. Las diarias incluyen el monitoreo de variables de proceso para indicar algún defecto en el equipo. Muchas de estas variables identifican fallas potenciales (sintomáticas) sobre el activo, son las más útiles a la hora de descubrir anomalías, producen mayor acostumbramiento, por lo que la selección de cada punto debe realizarse junto al ejecutor de la rutina asegurando el mayor beneficio en el mantenimiento del equipo.

Las semanales no difieren mucho de las diarias, pero contiene tareas que buscan descubrir modos de falla que pueden tener consecuencias habiendo transcurrido más de una semana de sucedido. En ocasiones es necesario tener el equipo fuera de servicio.

Las mensuales agrupan acciones más específicas y demandan mayor grado de capacitación. Involucran detenciones de equipos, pruebas de estanqueidad, verificación de cortes de emergencia y hasta la limpieza interior de componentes. Pueden detener la producción y desarmar un subconjunto.

La frecuencia se fija de acuerdo con el criterio técnico de los especialistas, apoyados de los estudios estadísticos, historial de fallas o cálculos de confiabilidad.

Lista de fuentes más recomendadas para consultar y para estimar o ajustar la periodicidad de las inspecciones:

- a) Experiencia del personal de mantenimiento y de producción
- b) Análisis de causa raíz de falla
- c) Ponderación del intervalo de falla sistemática-funcional
- d) Contexto operativo y consecuencia de los fallos
- e) Costo y beneficio de la tarea
- f) Nivel de dificultad de la ejecución y grado de capacitación necesario
- g) Estado y antigüedad del equipo
- h) Nivel de capacitación del ejecutante
- i) Registro histórico de fallas

Después de cierto tiempo y efectuando los análisis correspondientes de los resultados algunos puntos de las rutinas diarias podrían pasar a semanal si la situación del modo de falla lo permite y, de igual manera, con las semanales a mensuales.

Todo ajuste de frecuencia debe ir aprobado por personal especialista y no solo ajustarse únicamente en función de un histórico de fallas. (Pistarelli, 2010, págs. 95-96)

Unidades de medida más utilizadas

Tiempo calendario: se hace uso cuando la parte del equipo a inspeccionar esté sometida a un deterioro natural que se produzca tanto con equipo en funcionamiento como con el equipo detenido (limpieza de tableros eléctricos, limpieza industrial de equipo, limpieza de elementos electrónicos).

Horas de marcha: optar por esta unidad se da cuando la parte del equipo a inspeccionar esté sometida a un deterioro natural que se produzcan mayormente con el equipo en marcha. De optar por esta unidad, el seguimiento y registro de horas de marcha es laborioso, por lo que el modelo debe de contemplar que una vez alcanzado el nivel de horas establecido para la intervención estática de la inspección el equipo se detendrá ineludiblemente. De lo contrario, no tendría sentido su utilización.

Las planillas de ejecución deben completarse por el mismo ejecutante de la tarea y nunca por otra persona, la razón es muy sencilla, es más seguro consultar cualquier inquietud con el propio realizador que con otra persona que haya oficiado de anotador.

Si crean extensas listas de inspección que acabarán aburriendo al personal que las realiza, acarreará consecuencias poco favorables (no ejecución de alguna inspección), una ruta de inspección al principio debe incluir los puntos cuyos modos de falla se hayan identificado y analizado claramente, para luego agregar nuevos puntos o reemplazar otros, permitiendo así la evolución permanente, si no se dan variaciones, puede entenderse que no se da el análisis de los resultados. (Pistarelli, 2010, págs. 96-97)

Cabe resaltar que al ser camiones disponen de un contador de kilómetros y su registro indeleble en el velocímetro por lo que esta unidad de medida es válida para el servicio de sus componentes según sea requerido o indicado por el fabricante.

Puesta en marcha de las rutinas de inspección

Puntos a considerar a la hora de iniciar estos trabajos:

- a) Asegurar que el personal ejecutante sea idóneo y tenga la capacidad adecuada.
- b) La capacitación referida debe de incluir no solo la forma de realizar la verificación, sino también el objetivo de cada punto. La persona debe comprender el modo de falla que se quiere evitar y es necesario que conozca la acción a tomar si encuentra un desvío. Crear la conciencia de propiedad y responsabilidad bajo el entendimiento compartido.
- c) Contar con los elementos de protección personal y las herramientas necesarias.
- d) Es recomendable haber realizado varias rutinas de prueba junto al especialista tutor y que ambos estén de acuerdo en la forma y el tiempo de ejecución parcial y total. Las pruebas previas al lanzamiento indicaran si el plan es posible de ejecutar.
- e) Las hojas de inspección deben estar claramente redactadas y con un espacio suficiente para anotar las observaciones convenientes
- f) Acompañar al ejecutante durante un tiempo prudencial para garantizar el éxito de cada chequeo, sin que esto sea tomado como un examen de capacidad.
- g) Materializar inmediatamente las hojas de inspección con todas las recomendaciones realizadas y valoradas por el personal especialista. Una vez analizadas y si las sugerencias u observaciones son descartadas, el porqué de dicha decisión se debe de informar a los ejecutantes.

h) Todos los involucrados deben conocerse las rutas de inspección, para el correcto manejo de la información, ante desvíos, para su facilidad de corrección.

i) Devolver a los operadores lo resultados de las inspecciones (acciones tomadas, fallos etc.)

j) Celebrar logros y éxitos con todo el personal involucrado. (Pistarelli, 2010, págs. 97-98).

Rutas de lubricación

Una de las tareas por excelencia es una tarea básica de conservación rentable, si bien representa un costo dado por el lubricante y la mano de obra utilizada para aplicarlo, en general es bajo en comparación a los beneficios obtenidos durante cualquier periodo de análisis.

Es el pilar fundamental para un plan de mantenimiento preventivo en instalaciones cuyos componentes se encuentran sometidos a movimiento y desgaste. La fricción constituye uno de los peores enemigos en la batalla contra los fallos. Se debe tener precaución en los puntos para los que una sobre lubricación es perjudicial.

Un programa de lubricación persigue eliminar modos de falla específicos con consecuencias graves para los activos, tal como el que puede suceder en una caja de engranajes por falta de aceite. Las fallas asociadas son por falta de lubricante o por degradación del lubricante.

Pueden contemplar algunas actividades como:

- a) Adición o reemplazo de grasas lubricantes
- b) Adición/ cambios de aceite, filtros o piezas con baja complejidad técnica
- c) Controles de nivel

d) Limpieza, ajuste de conectores, verificación de depósitos, registro de información

e) Cualquier tarea de baja complejidad vinculada a la lubricación de componentes

La lubricación es desarrollada por el operador de la máquina o por un lubricador y exige un estricto control de cada punto como así también del lubricante adecuado para cada caso.

Puntos a considerar en una hoja ruta de lubricación:

a) Planta o sector, hace referencia a donde se localizan los equipos

b) Fecha de ejecución, permite el programar el trabajo

c) Consecutivo

d) Equipo, código y descripción del equipo a lubricar

e) Punto, orden de los puntos de lubricación del equipo

f) Detalle de los puntos, puede incluirse información como especificaciones o procedimientos de ejecución

g) Lubricante, es imprescindible especificar el tipo de lubricante para cada punto.

En mayor medida si se hace uso de lubricantes de grado alimenticio

h) Cantidad de lubricante, cantidad mínima o máxima de la lubricación.

i) Frecuencia, periodicidad con la que se efectúa

j) Tiempo, es el tiempo total de ejecución durante la lubricación

k) Observaciones, comentarios de utilidad que la persona considera de interés técnico

l) Firma del lubricador, garantía de que se realizó la tarea

m) Precauciones de seguridad, indicaciones para eliminar los riesgos durante la ejecución y los elementos de protección personal requeridos.

Si bien algunos componentes no ponen en riesgo su funcionamiento si se los omite a un exceso de lubricación, es conveniente optimizar la cantidad de lubricante por varios motivos. El sobre-lubricación provoca mayores gastos, facilita la contaminación general del equipo por adherencia de polvo, restringe la posibilidad de visualizar desperfectos en rodamientos, puede aumentar considerablemente la temperatura de funcionamiento.

Cuando se contemplan el adicionar lubricante, se aconseja el uso de un mismo envase para cada tipo, evitando la mezcla o contaminación con diferentes lubricantes, estas engrasadoras, galones o bidones, tendrán una identificación indicando el tipo de lubricante que lleva en su interior, se hace útil implementar un código de colores para los envases en los que se transporte el lubricante a adicionar, más si se utilizan lubricantes de grado alimenticio.

Para la lubricación de rodamientos, cadenas y otros tipos de componentes, existen tablas que permiten estimar la cantidad de grasa en función del factor de velocidad y porcentaje de volumen libre del rodamiento.

El personal a cargo de dicha tarea debe estar familiarizado con los principios de la tribología y los mecanismos de desgaste de los componentes en movimiento. La capacitación permanente del personal es imprescindible. (Pistarelli, 2010, págs. 99-101)

Análisis de criticidad de los equipos

La intención del presente trabajo de investigación está orientada a desarrollar una propuesta de mantenimiento preventivo de los equipos que se denominarán críticos. Para lo cual será necesario realizar un análisis de criticidad. El análisis de criticidad es una metodología, la cual puede ser cualitativa o cuantitativa; empleada para identificar una jerarquía de equipos, criticidad de instalaciones, sistemas, etc.

La evaluación se realiza a través de la estimación de la ocurrencia de fallas de un periodo de tiempo determinado y la evaluación del impacto del fallo en el área operativa, económica, de seguridad humana y medio ambiente. La determinación de una jerarquía de criticidad de los sistemas, equipos, etc. servirá como un instrumento para la toma de decisiones, así como para el direccionamiento del esfuerzo y los recursos (AGUERO Y CALIXTO, 2007).

Una vez que se han definido la frecuencia de fallo y se tiene claro el impacto que presente en las diferentes áreas de interés que se analizan, se determina el grado de criticidad a través de la siguiente expresión matemática:

$$\text{Criticidad total} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

$$\text{Criticidad total} = \text{Frecuencia} \times [(\text{Impacto Operacional} \times \text{Flexibilidad}) + \text{Costo Mantenimiento} + \text{Impacto SEH}]$$

Criterios para determinar la criticidad	Cuantificación
Frecuencia de fallas:	
* Mayor a 4 fallas/mes	4
* 2-4 fallas/mes	3
* 1-2 fallas/mes	2
* Mínimo 1 falla/mes	1
Impacto operacional:	
* Parada inmediata de toda la empresa	10
* Parada de la planta(recuperable en otras plantas)	8
* Impacto en los niveles de producción o calidad	6
* Repercute en costos operacionales adicionales (indisponibilidad)	3
* No genera ningún efecto o impacto significativo sobre las demás operaciones.	1
Flexibilidad operacional:	
* No existe opción de producción y no hay forma de recuperarlo	5
* Hay opción de producción a la capacidad mínima permisible	4
* Hay opción de repuesto compartido	3
* Función de repuesto disponible	1
Costo de mantenimiento:	
* Mayor o igual a \$ 3.000,00	2
* Menor a \$ 3.000,00	1
Impacto en la seguridad humana y ambiente:	
* Afecta a la seguridad humana tanto externa como interna	8
* Afecta el ambiente produciendo daños irreversibles	6
* Afecta las instalaciones o personas causando daños severos	4

Fuente: (Gutierrez, Agüero, & Calixto, 2007)

Una vez que se obtiene el valor total de criticidad, se determina el grado de criticidad de los elementos analizados, a través de la matriz que se indica en la figura

F R E C U E N C I A	4	Despac.				
	3				Congel.	
	2	Clasific.				
	1	Recepc.		Preserv.		
		(3-12)	(13-24)	(25-36)	(37-48)	(49-60)
		CONSECUENCIAS				

Figura 2.1: Matriz de criticidad.

Fuente: (Gutierrez, Agüero, & Calixto, 2007)

En la matriz de criticidad, se expresa una gama de colores que representan un grado de criticidad:

	Riesgo Alto
	Riesgo Medio Alto
	Riesgo Medio Bajo
	Riesgo Bajo

Figura 2.2: Matriz de criticidad.

Fuente: (Gutierrez, Agüero, & Calixto, 2007)

Gestión del mantenimiento

El mantenimiento es un proceso de gestión integral, debe de iniciar en el momento mismo que inicia la vida de los equipos. Esto no siempre se ve reflejado en la práctica, sino que comenzamos a pensar en el mantenimiento una vez instalados los equipos o después de tenerlos funcionando.

La gestión del mantenimiento abarca un amplio campo de atención, no solo es un conjunto de acciones de preservación de activos o equipos, dentro de un sector productivo, satisfaciendo estándares de calidad, seguridad o servicio. También, se le relaciona con el impacto que tiene en la salud económica del negocio por medio de los gastos en los que se incurre para realizar las tareas. Estas tareas y estrategias para mantener funcionando los equipos deben estar alineadas con los objetivos y misión de la organización, la gestión del mantenimiento debe desarrollarse lo más cercano a la producción.

Los diferentes programas de mantenimiento no tienen efecto sobre los aumentos de capacidad nominal productiva. No es posible superar expectativas de diseño solo ejecutando acciones de mantenimiento puro.

La gestión del mantenimiento requiere de la administración de recursos, en ocasiones escasos. Es un proceso de análisis y reflexión pues muchas de las variables que intervienen, están en función del tipo de industria y el campo en que se desempeñe. El nivel de disponibilidad necesario, la calidad requerida para los productos, los niveles de servicios solicitados, los volúmenes de producción comprometidos, las habilidades del personal y su especialización, el escenario financiero que atraviesa la empresa, las

reglamentaciones vigentes en seguridad y medio ambiente, factores propios de un determinado contexto. (Pistarelli, 2010, pág. 19)

Cabe resaltar como cita: “La importancia de la Gestión de Mantenimiento, se basa principalmente en el deterioro de los equipos industriales y las consecuencias que este radica. Debido al alto coste para las empresas, que supone este deterioro, es necesario aumentar la fiabilidad de las máquinas, la seguridad de los equipos y de las personas”. (Estudios Superiores abiertos SEAS, pág. 4). Lo anterior destaca que los equipos con el paso del tiempo requerirán de algún servicio de mantenimiento, dejando a las manos de los especialistas la decisión de que acciones tomar en pro de mantener en correcta operación cada activo o dispositivo.

La seguridad y el mantenimiento

Son términos que están asociados, si el servicio que presta Mantenimiento no es capaz de proteger las funciones un grado tal que las fallas con perjuicios graves no se manifiesten, evidentemente se está frente a falta de calidad en los trabajos, incumplimiento del plan de mantenimiento o rutinas de mantenimiento mal diseñadas (plan de mantenimiento inadecuado).

Mantenimiento debe de asumir su rol protagónico, muchas acciones llevadas adelante casi diariamente en el ámbito industrial, encierran potenciales consecuencias para la seguridad.

Dispositivos de seguridad, alarmas, circuitos automáticos de detención, elementos de protección, sistemas contra incendios, son componentes que se deben de gestionar eficazmente. (Pistarelli, 2010, pág. 19)

Equipos del caso de estudio: Camiones hidrovaciadores e hidrolimpiador

Los 3 camiones hidrovaciadores constituyen los vehículos más importantes para el departamento de alcantarillado en AyA. Esto debido a la versatilidad de los servicios que son capaces de desarrollar, la limpieza de sumideros y reboces de pozos a través de un sistema de bombeo de agua a alta presión así como la recolección de material depositado para el traslado hacia la planta de tratamiento por medio de un sistema de succión y el tanque de almacenamiento. Además, se cuenta con un camión hidrolimpiador, tal como y su nombre detalla su característica es la capacidad de realizar la limpieza y desatorado de tuberías, alcantarillas, etc. a través del sistema de bombeo de agua a alta presión.



Figura 2.3: Camión hidrovaciador.

Fuente: Autor.



Figura 2.4: Camión hidrolimpiador

Fuente: es.aquatechinc.com

Todo sistema de alcantarillado debe contar con un mantenimiento en menor o mayor grado con el propósito de que el sistema funcione adecuadamente y se eviten anomalías en la época de lluvias. Además, ello ayuda a prolongar la vida útil del sistema.

Esta actividad puede programarse para llevarla a cabo en la época de estiaje, que es cuando los sistemas conducen caudales pequeños y es posible revisarlos con relativa facilidad, así como detectar los daños. Sin embargo, emergencias pueden ocurrir en cualquier momento del año sin previo aviso.

En este periodo (estiaje) es de esperarse que se tenga la presencia de sedimentos en el sistema debido a que las velocidades son bajas y no es posible que ellos sean arrastrados. Por esto, es necesario hacer actividades de limpieza en el sistema, para lo cual se requiere de equipo apropiado de succión para llevar a cabo esta actividad, pues existen tanto conducciones a cielo abierto como cerradas, siendo estas últimas la mayoría.

Para la limpieza de las conducciones cerradas, se deben emplear equipos apropiados para arrastrar las sustancias sedimentadas. Es bajo estas situaciones que el camión marca diferencia debido a la posibilidad de trasladarse y realizar labores de succión y almacenaje de lodos en su tanque.

Otro sistema de limpieza es el que utiliza inyección de agua a presión por encima de las 2000 libras por pulgada cuadrada, la cual es introducida a través de una manguera en cuyo extremo lleva una tobera; estas llevan en su parte posterior y en forma de anillo una serie de orificios con cierto grado de inclinación para poder ir lanzando el agua y a la vez poder ir avanzando. Este sistema se utiliza en conductos con diámetro interior mayor de 25 milímetros o 1 pulgada. El sistema de hidrolimpieza de los camiones abarca esta posibilidad haciendo mucho más versátil al equipo cuando la posibilidad de succionar no está disponible.

La operación de limpieza de una tubería con este último tipo de sistema es sencilla, pues basta introducir por el pozo de visita el extremo de la manguera; una vez colocada la tobera adecuada, se pone en funcionamiento la bomba y comienza a avanzar, a partir de este momento, la manguera a través de la tubería, empujada por la reacción del agua que sale a través de los orificios de la tubería.

Cabe resaltar que debido a su especialización no se disponen de camiones que sustituyan ante una falla de algún equipo dentro de la institución o industria privada por lo que no se cuenta con la posibilidad para alquilar el servicio o contratar camiones.

Ambos equipos, el hidrovaciador como el hidrolimpiador, están compuestos por:

1. Camión
2. Equipo auxiliar

Camión

El camión es el como tal está conformado por múltiples sistemas siendo para este estudio categorizado de la siguiente forma:

- Tren motriz (TM): es el encargado de la trasmisión de torque y potencia. Motor de combustión encargado de la transformación de energía química en mecánica produciendo el par motor necesario para movilizar tanto al camión como al equipo auxiliar (Este incluye en sí mismo al sistema de admisión de aire, sistema de lubricación, sistema de refrigeración, sistema de distribución y al sistema de gases de escape). Además, incluye embrague, caja de cambios, diferenciales, ejes, toma de fuerza, etc.

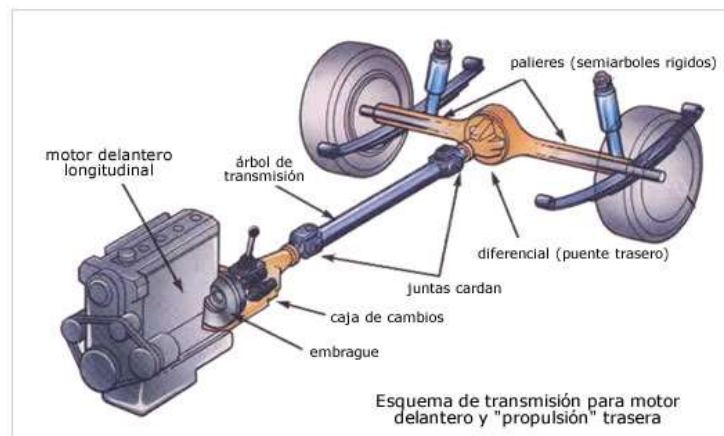


Figura 2.5: Tren motriz

Fuente: mecanicayautomocion.blogspot.com

- Chasis (CH): Incluye sistema de frenos neumático e hidráulico, suspensión y dirección y ruedas.



Figura 2.6: Chasis

Fuente: superiorglassworks.com

- Cabina (CB): Incluye carrocería, habitáculo, aire acondicionado y el sistema de retrovisores etc.



Figura 2.7: Cabina

Fuente: mercedes-benz.com

- Sistema eléctrico y electrónico del camión (SE): esto incluye tanto las unidades de control como los mandos para las funciones del camión y los elementos de aviso como el cuadro de instrumentos.

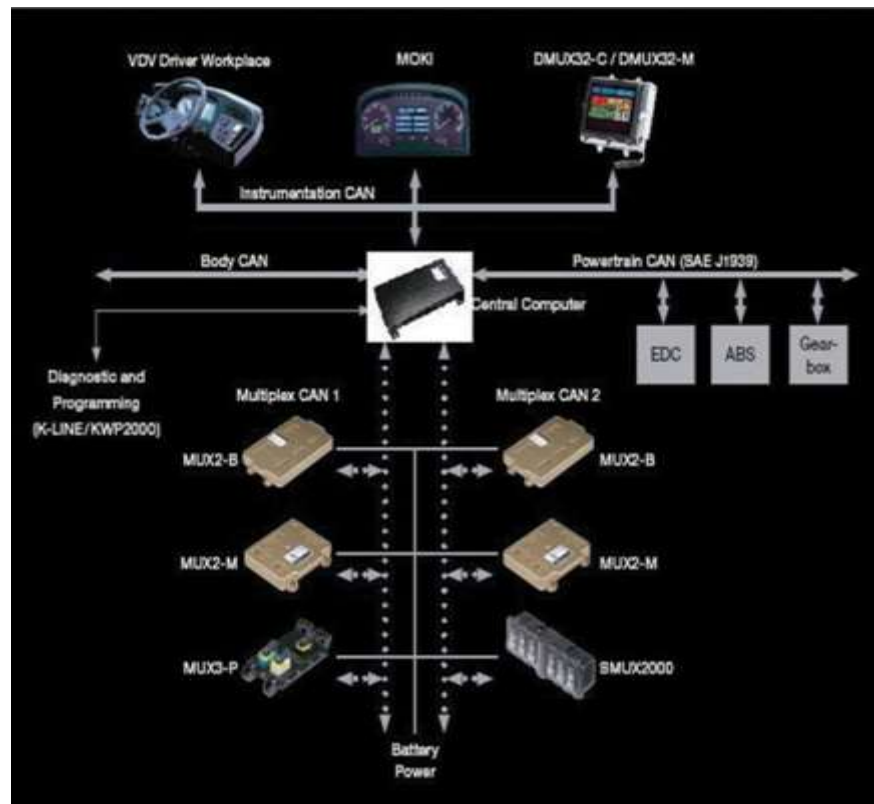


Figura 2.8: Sistema eléctrico y electrónico

Fuente: 4.bp.blogspot.com

Equipo auxiliar:

Sistema hidrovaciador

Un sistema hidrovaciador está compuesto por:

-Sistema de succión de aguas residuales y sólidos (SU): Incluye, la bomba de vacío, mangueras, sus indicadores de nivel y vacío; carretes para manguera, válvulas así como el tanque de almacenamiento de aguas residuales y sólido.

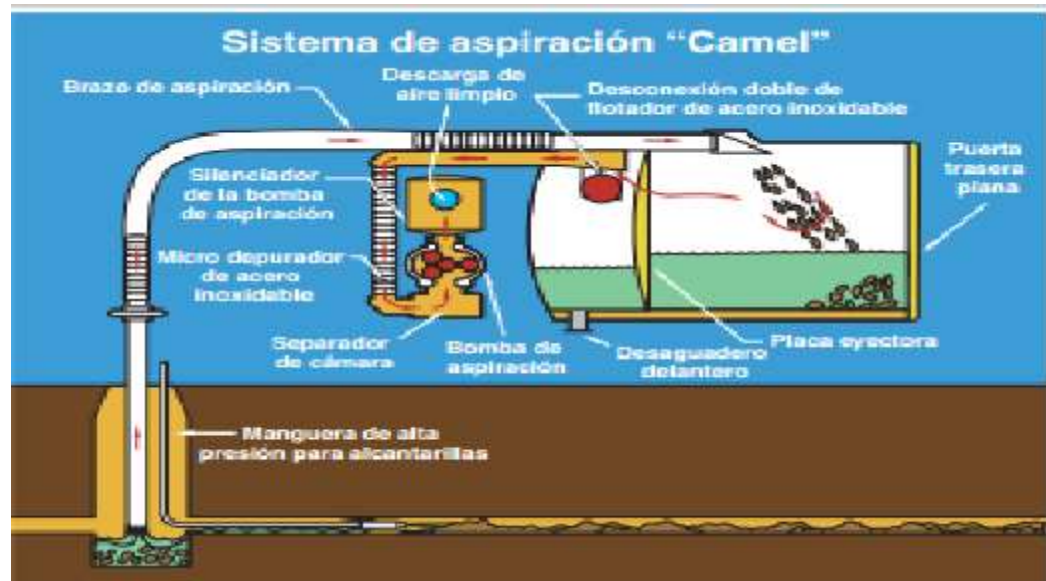


Figura 2.9: Esquema de sistema de bombeo alta presión de agua Sistema hidrovaciador Camel 200

Fuente: superproductsllc

-Sistema hidrolimpiador (SL): incluye la bomba de alta presión, mangueras, carretes, regulador de presión, sus indicadores de nivel presión, nivel, válvulas, boquillas y el tanque de almacenamiento de agua.



-Sistema oleo hidráulico (SH): incluye la bomba hidráulica, el depósito, émbolos de levante, émbolos de apertura de compuerta, válvulas de control, sus indicadores y las mangueras respectivas.

-Sistema neumático (SN): Incluye cilindros, válvulas de control, reguladores de presión, mangueras, etc.



Figura 2.10. Sistema hidráulico Camel 200

Fuente: superproductsllc

Sistema de control (SC): incluye el sistema eléctrico de y medios de control del sistema hidrovaciador y sus indicadores.



Figura 2.11: Sistema de control Rivard camión placa 102-823

Fuente: Autor

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

1. Definición de método científico:

Este concepto es definido por (Tamayo, 2003, pág. 27): “El método científico es un procedimiento para descubrir las condiciones en que se presentan sucesos específicos, caracterizado generalmente por ser tentativo, verificable, de razonamiento riguroso y observación empírica”.

Método deductivo

Una deducción es una conclusión o inferencia a la cual se llega gracias a la puesta en práctica de un método de razonamiento, el cual partirá de conceptos generales o principios universales para llegar a las conclusiones particulares.

El método deductivo se refiere al método donde se va de lo general a lo específico. Este comienza dando paso a los datos en cierta forma válidos, para llegar a una deducción a partir de un razonamiento de forma lógica o suposiciones; o sea, se refiere a un proceso donde existen determinadas reglas y procesos donde gracias a su asistencia, se llegan a conclusiones finales partiendo de ciertos enunciados o premisas. Dentro de las diferencias de este método están la utilización que hace de diferentes herramientas y elementos para demostrar o aclarar cuestiones. El uso de cuadros gráficos, esquemas, entre otros, que recopilan las diversas proposiciones y las relaciones que se establecen entre ellas que son las asistentes ideales a este sentido.

Método inductivo

Este método va de lo particular a lo general. Es un método que se basa en la observación, el estudio y la experimentación de diversos sucesos reales para poder llegar a una conclusión que involucre a todos esos casos.

Tipos de enfoque

Enfoque cualitativo

Según (Hernandez Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2006, pág. 9): “El enfoque cualitativo puede definirse como un conjunto de prácticas interpretativas que hacen al mundo visible, lo transforman y convierten en una serie de representaciones en forma de observaciones, anotaciones, grabaciones y documentos”.

Enfoque Cuantitativo

En el enfoque cuantitativo, los planteamientos a investigar son específicos y delimitados desde el inicio de un estudio. Además, las hipótesis se establecen previamente, esto es, antes de recolectar y analizar los datos.

La recolección de los datos se fundamenta en la medición y el análisis en procedimientos estadísticos.

La investigación cuantitativa debe ser lo más "objetiva" posible, evitando que afecten las tendencias del investigador u otras personas.

Los estudios cuantitativos siguen un patrón predecible y estructurado (el proceso).

En una investigación cuantitativa se pretende generalizar los resultados encontrados en un grupo a una colectividad mayor.

La meta principal de los estudios cuantitativos es la construcción y la demostración de teorías. (Hernandez Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2006, pág. 27)

El enfoque Mixto

El enfoque mixto es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema (Teddlie y Tashakkori, 2003; Creswell, 2005; Mertens, 2005; Williams, Unrau y Grinnell, 2005). Se usan métodos de los enfoques cuantitativo y cualitativo y pueden involucrar la conversión de datos cuantitativos en cualitativos y viceversa (Mertens, 2005). Asimismo, el enfoque mixto puede utilizar los dos enfoques para responder distintas preguntas de investigación de un planteamiento del problema. (Hernandez Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2006, pág. 755)

El enfoque de este trabajo de investigación es del tipo mixto, pues aborda aspectos cuantitativos, al realizar la estimación de la tasa de fallos para un periodo de tiempo considerado, así como la determinación de los costos de mantenimiento para cada vehículo de la flota de vehículos hidrolimpiador e hidrovaciadores de AyA. La parte cualitativa corresponde a la selección de un caso de estudio y su análisis de criticidad de las unidades hidrovaciadoras.

2. Tipos de investigación

Definición de investigación correlacional:

En este tipo de investigación se persigue fundamentalmente determinar el grado en el cual las variaciones en uno o varios factores son concomitantes con la variación en otro u otros factores. La existencia y fuerza de esta covariación normalmente se determina estadísticamente por medio de coeficientes de correlación. Es conveniente tener en cuenta que esta covariación no significa que entre los valores existan relaciones de causalidad, pues estas se determinan por otros criterios que, además de la covariación, hay que tener en cuenta. (Tamayo, 2003, pág. 50)

Definición de investigación Exploratoria

Es el tipo que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimiento.

Definición de investigación explicativa

La investigación explicativa busca dar cuenta de un aspecto de la realidad, explicando su significatividad dentro de una teoría de referencia, a la luz de leyes o generalizaciones que dan cuenta de hechos o fenómenos que se producen en determinadas condiciones.

Definición de investigación descriptiva

La presente investigación será de tipo descriptiva, por lo que:

Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre cómo una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente.

La investigación descriptiva trabaja sobre realidades de hecho, y su característica fundamental es la de presentamos una interpretación correcta.

La tarea del investigador en este tipo de investigación tiene las siguientes etapas:

1. Descripción del problema.
2. Definición y formulación de hipótesis.
3. Supuestos en que se basan las hipótesis.
4. Marco teórico.
5. Selección de técnicas de recolección de datos.
 - a) Población.
 - b) Muestra.
6. Categorías de datos, a fin de facilitar relaciones.
7. Verificación de validez de instrumentos.
8. Descripción, análisis e interpretación de datos. (Tamayo, 2003, pág. 46)

3. Fuentes de información

Para la realización de esta investigación, se utilizaron los siguientes tipos de fuentes de información:

Fuente primaria

Una fuente primaria no es, por defecto, más precisa o fiable que una fuente secundaria. Proveen un testimonio o evidencia directa sobre el tema de investigación. Son escritas durante el tiempo que se está estudiando o por la persona directamente envuelta en el evento. Ofrecen un punto de vista desde adentro del evento en particular o periodo determinado que se está estudiando. Para efecto de esta investigación, las fuentes primarias

son las visitas a los camiones en estudio del problema en mención así como la información disponible en el software SAP y TRICOM.

Fuente secundaria

Interpreta y analizan fuentes primarias. Las fuentes secundarias son textos basados en fuentes primarias, e implican generalización, análisis, síntesis, interpretación o evaluación. Como fuente secundaria y para adquirir mayor información se consultó los manuales de fabricante disponibles, textos e investigaciones de la misma temática que hayan sido realizados anteriormente, información de internet y catálogos.

4. Variables

Las variables inducen por detallar cuál es precisamente la información que se desea adquirir. Al respecto, (Hernandez Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2006, pág. 124) aclaran que es una “Propiedad que tiene una variación que puede medirse u observarse”.

4.1. Definición conceptual

Para (Hernandez Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2006, pág. 155) señala que “ Una definición conceptual trata a la variable con otros términos, es como una definición de diccionario”. Esto con el fin de facilitar su comprensión.

4.2. Definición instrumental

A través de la definición instrumental se aclara como se estudiará la variable que se acaba de definir, los medios o instrumentos para recoger la información.

4.3 Definición operacional

Según (Hernandez Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2006, pág. 155) “La definición operacional nos indica cómo vamos a medir a la variable”, esto en búsqueda de obtener la mayor cantidad de la variable para que sea entendido su sentido.

5. Descripción de instrumentos

Para esta investigación, la instrumentación se fundamentará en la recolección de datos y su posterior análisis, a través de observación o consultas directas de fuentes documentales primarias (estudios, mediciones, análisis) y secundarios (libros de texto, documentos folletos, catálogos de fabricante) para extraer datos referentes al tema en estudio.

La investigación describe la clasificación y tabulación de los datos para luego de hacer el análisis respectivo y llegar a las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPÍTULO IV: DESARROLLO

1. Diagnóstico de la situación actual del taller de maquinaria y equipo especial.

Está localizado en el plantel de la Uruca, está compuesto por 9 integrantes de los cuales ocho son puestos operativos y el ingeniero a cargo. Actualmente, cuenta con 2 vehículos de transporte de personal tipo pick up y una subdivisión de equipo para préstamo que atiende a los diferentes departamentos de la institución que lo requieran. Es además el departamento encargado del mantenimiento preventivo y correctivo de alrededor de 1300 activos institucionales entre los que se encuentran:

- Bombas de agua.
- Compresores.
- Carretas de transporte.
- Camiones grúa.
- Compactadores.
- Minicargadores
- Retroexcavadores.
- Excavadoras.
- Topos.
- Perforadoras.
- Hidrolavadoras.
- Analizadores de gases.
- Detectores de tuberías.

- Zanjadoras.
- Torres de iluminación.
- Montacargas.
- Volquetes.
- Aire acondicionado.
- Cortadoras de motor.
- Motosierras.
- Motoguadañas.
- Camiones hidrovaciadores etc.

La distribución del equipo y la maquinaria está asignada en diferentes zonas estratégicas de la GAM para la atención de los servicios prestados por la institución.

Organigrama departamento maquinaria y equipo especial.

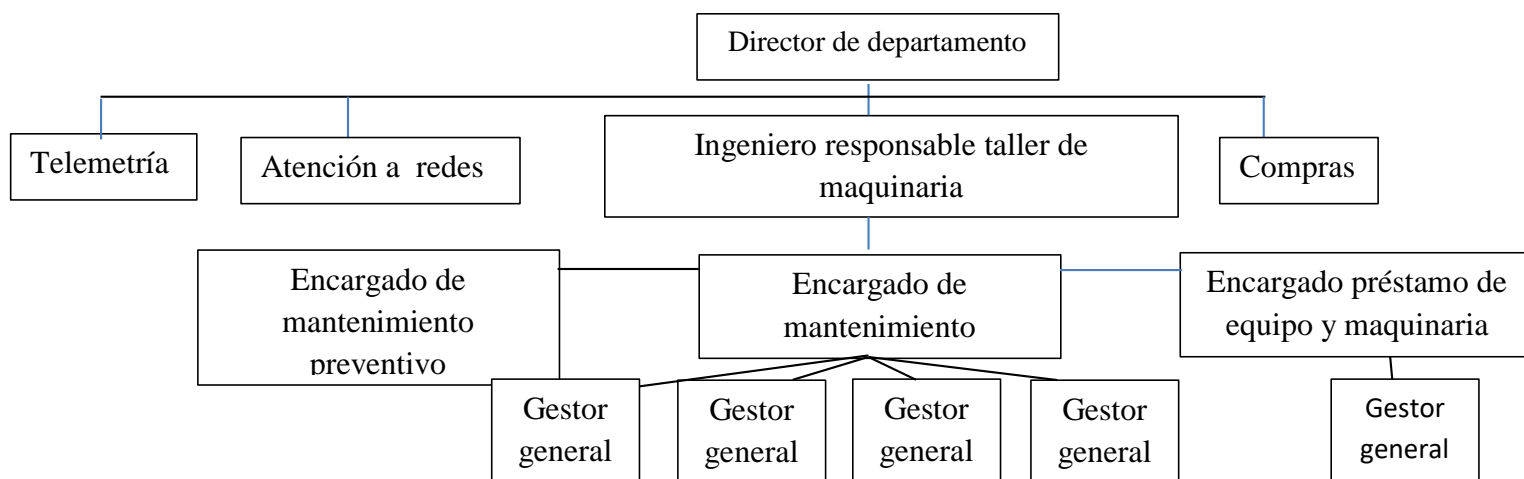


Figura 4.1: Organigrama

Fuente: propia

Para el caso de los puestos de gestor general son los compañeros del sector técnico, los encargados del mantenimiento.

Capacitación relacionada con los camiones hidrovaciadores

Para la atención de estos equipos dentro del personal actual del taller de maquinaria, no han recibido capacitación específica para este tipo de camiones, concretamente para el manejo y mantenimiento de los equipos auxiliares. Esto debido a que dentro del proceso de licitación para la compra de un camión se solicitó la capacitación en fábrica durante la construcción y fueron los operadores asignados a los distintos equipos quienes recibieron la instrucción, actualmente ya algunos no laboran para el departamento de alcantarillado. Debido a esto se hace uso de la información disponible en catálogos con los que se cuentan tanto físicos como digitales para la atención de las distintas fallas que se presenten.

Capacidad instalada taller de maquinaria

El taller actualmente cuenta con un área de alrededor de 150 metros cuadrados, dividido en 50 metros destinados a la zona de préstamos de equipo, 70 metros cuadrados para la atención de equipo especial y los restantes 30 metros son destinados para zona de atención de trabajos de soldadura. Actualmente, no se cuenta con un espacio específico para la atención de camiones o maquinaria pesada por lo que se utiliza el espacio de parqueo de los distintos camiones para su atención.



Figura 4.2: Taller de equipo y maquinaria.

Fuente: Autor



Figura 4 3: Zona de parqueo de camiones hidrovaciadores.

Fuente: Autor

Se tiene un cuarto para lubricantes, en el que están dispuestos los diferentes aceites así como bombas manuales, además de un espacio para la recolección de aceites contaminados.



Figura 4.4: Cuarto de lubricantes.

Fuente: Autor

Se utilizan recipientes de fabricación a partir de estañones para los cambios de aceite y se trasladan a su respectivo depósito de recolección.



Figura 4.5: Recipientes para cambio de aceite.

Fuente: Autor

Formas de hacer el mantenimiento en el taller de maquinaria de AyA

Se dispone en la institución de 2 formas para realizarlo:

Administración directa

Es el mantenimiento que se realiza por parte del personal que pertenece a la empresa.

Contratatación:

Es el mantenimiento que se realiza con un ente externo a la empresa según especificaciones de esta, en condiciones de precio y tiempo establecidas previamente (Comité Técnico de Normalización CT3, 92, pág. 2)

Solicitud de servicio a los camiones

Los operadores de los camiones transmiten el desperfecto o falla presentada al ingeniero responsable de las cuadrillas de alcantarillado para la generación del reporte respectivo vía correo electrónico al ingeniero encargado del taller de maquinaria como la muestra la siguiente figura:

Hoja de reporte de daños del camiones desobstructores			
			
Dirección de Mantenimiento de Colectores y Subcolectores			
Nombre quien reporta: Daniel Hernández Kauert			
Fecha: 11-11-2016			
Equipo/Placa 102-1020			
Número de reporte: # 82-2016			
Daños detectados:			
Carrocería		Sistema Hidráulico	
Frenos		Sistema de Succión	
Motor		Bomba de alta presión	
Llantas		Carrucha	
Luces		Panel de control	
Tanque de combustible		Chuch de la bomba	
Clutch/Embrague		Mangueras	
Caja de cambios		Tanque de Agua	
Espesjos		Cambio de Aceite	
Sistema Eléctrico		Otros	<input type="text"/>
Explicación:			
1-Valvula de paso de agua en carrucha tiene fuga considerable.			
2-Se solicita revisar y ajustar clutch porque indican que esta duro.			
3-Cambiar accesorio donde una apoya la mano en la palanca de cambio ya que se encuentra muy deteriorado. Personal lo tiene con cinta para proteger la mano.			

Figura 4 6: Ejemplo de Solicitud de servicio camión hidrovaciador

Fuente: Autor

Una vez comunicado la solicitud de servicio, se hace una valoración previa al reporte presentado por el departamento de alcantarillado por parte del personal de taller para la aceptación del trabajo solicitado y si existe presencia de una falla se procede a realizar la boleta de servicio de ingreso al taller como lo muestra la siguiente figura:

Generalidades de las unidades Hidrovaciadoras:

Placa 102-823	
Marca de Camión	Mercedes Benz
Modelo	Actros 2631
Año	1996
Fabricante y origen del equipo auxiliar	Rivard/Francia
Representación local del Camión	AutoStar
Representante local equipo auxiliar	No
Marca de la bomba de alta presión de agua	Uraca KD716
Máxima presión de operación	200 bar/3000 libras por pulgada cuadrada
Marca y tipo de la bomba de vacío	Jurop R430/ Paletas

Tabla 4.1 Camión 102-823

Fuente: Autor

Placa 102-1016	
Marca de Camión	Mercedes Benz
Modelo	Actros 2631
Año	1999
Fabricante y origen del equipo auxiliar	Rivard/Francia
Representación local del Camión	AutoStar
Representante local equipo auxiliar	No
Marca de la bomba de alta presión de agua	Uraca KD705 BAN
Máxima presión de operación	200 bar/3000 libras por pulgada cuadrada
Marca y tipo de la bomba de vacío	Jurop PNR142/ Paletas

Tabla 4 2: Camión 102-1016

Fuente: Autor

Placa 102-1513	
Marca de Camión	Freightliner
Modelo	M2
Año	2009
Fabricante y origen del equipo auxiliar	Camel/Estados Unidos de Norteamérica
Representación local del Camión	AutoStar
Representante local equipo auxiliar	No
Marca de la bomba de alta presión de agua	Myers triplex
Marca y tipo de la bomba de vacío	Roots 624 Ram/ Desplazamiento positivo
Máxima presión de operación	200 bar/3000 libras por pulgada cuadrada

Tabla 4 3: Camión 102-1513

Fuente: Autor

Generalidades de la unidad Hidrolimpiadora:

Placa 102-1020	
Marca de Camión	International
Modelo	DT466/4900
Año	2000
Fabricante del equipo auxiliar	Aquatech
Representación local del Camión	MATRA
Representante local equipo auxiliar	SETEC S.A
Marca de la bomba de alta presión de agua	General MS45
Máxima presión de operación	200 bar/3000 libras por pulgada cuadrada

Tabla 4.4: Camión 102-1020

Fuente: Autor

Representantes de los equipos auxiliares:

Al ser los camiones equipos especializados se requiere del mejor servicio de un representante que dé pronta respuesta a los diferentes servicios que se requieran. No obstante, el panorama que se presenta es el siguiente

Para el camión placa 102-1513 a pesar de los múltiples correos para intentar contactar al representante de Camel en Estados Unidos de Norteamérica no se obtuvo respuesta, lo cual deja claro que el equipo se encuentra sin su representante no solo localmente sino hasta de manera remota.

Rivard representante del 50% de la flota de camiones siendo específico para las unidades placas 102-823 y 102-1016 al ser contactado vía correo respecto tanto del servicio de atención técnica como de repuestos comenta lo siguiente:

From: Laurent DUMENET
Sent: Monday, November 7, 2016 8:58 AM
To: Mauricio Chavarría Jiménez
Subject: RE: hydrocleaners/ sewer and cleaning system

Mauricio,

Please find attached the wiring diagram of the equipment 2615 and 2102. It's all I have about these equipment.

Regarding your questions, please find below in red my answer

1. Expected Useful life of the equipment on years. It is very difficult to determine it . It depends on the use, of the user, if the periodic maintenance was carried out etc. ...Anyway, It can be between 12 and 20 years.
2. Wiring diagram from the equipment. See document attached
3. Parts catalogue and the closest dealer to buy spare form Costa Rica. Unfortunately, we do not have any representation in Costa Rica but it is easy to communicate with our spare part department in France if you need support

Thanks

Laurent Dumenet
 Directeur des Ventes Export
 International Sales Manager

RIVARD
 Z.I. Le Grand Clos
 49640 Daume ray
 FRANCE

Figura 4.8: Correo electrónico personero de Rivard

Fuente: Autor

Lo anterior traducido indica que en Costa Rica o al menos en América no se dispone de representante Rivard, esto se resume en que la disponibilidad de servicio con la mayor brevedad posible es nula.

Para el caso de repuestos, se requiere importarlos y de un plazo considerable para la llegada al país así como de una transferencia internacional para la compra de los mismos, dejando a la institución imposibilitada para poder realizar la gestión de manera directa.

El camión placa 102 -1020 es el único que dispone de un representante local como lo es SETEC S.A. Esto representa solo el 25% de la flota, dejando al 75% de los equipos bajo la difícil tarea de la búsqueda de un proveedor apto para su intervención, siendo necesarios la fabricación de repuestos a nivel local a través de talleres de mecánica de precisión esto retrasa y puede encarecer los servicios que así lo necesiten.

Vida Útil de los camiones y su equipo auxiliar

Una de las cuestiones realizadas a los representantes de las marcas fue cuál es la vida útil promedio de los equipos, ante esto, Laurent Dumenet de la empresa Rivard aclara que en promedio tiene una vida promedio entre los 12 y 20 años de servicio, destacando que depende del mantenimiento para conocer el estado real de cada máquina, operador y su uso. Este dato fue corroborado por el ingeniero Roberto Calvo encargado de servicio post venta de Aquatech en la empresa SETEC S.A.

El siguiente gráfico muestra los años de servicio de la flota con la que se cuenta actualmente:

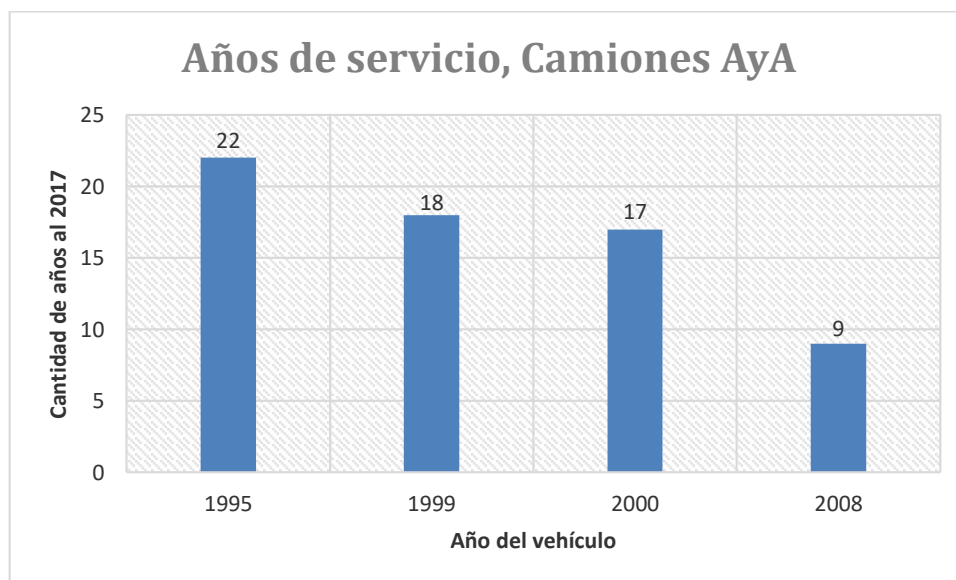


Gráfico 4.1: Años de servicio flota de camiones alcantarillado sanitario.

Fuente: Autor

Según la información brindada y los datos del gráfico 4.1, se puede establecer una tabla que indique la fecha en la que el equipo ha cumplido su vida útil usando como referencia 20 años como periodo máximo.

Camión placa	Año de puesta en servicio	Año cumplimiento vida útil	Estado actual
102-823	1996	2016	En Operación
102-1016	1999	2019	En Operación
102-1020	2000	2020	En Operación
102-1513	2008	2028	En Operación

Tabla 4.5: Fecha de cumplimiento de vida útil estimada por fabricantes.

Fuente: Autor

Estos datos indican que el camión 102-823 se encuentra excedido en 2 años en su vida útil esperada por el fabricante. Además que 2 de los camiones están por encima de los 15 años de y solo uno está por debajo de los 10 años.

Características del mantenimiento 2015 y 2016

Para poder realizar obtener este dato se hará uso de las órdenes de trabajo realizadas en ambos periodos, la información detallada de las reparaciones realizadas se encuentra en la sección de anexos específicamente del 1 al 8, su resumen lo muestran los siguientes gráficos:

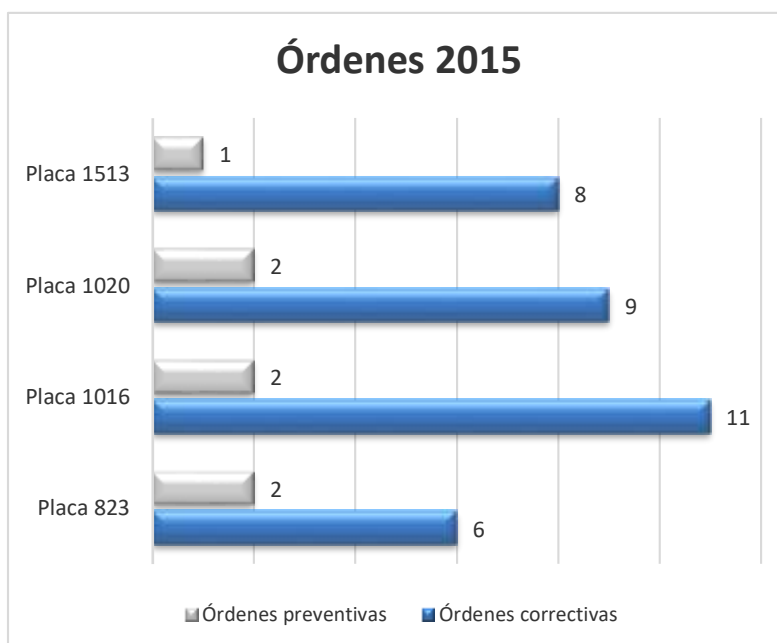


Gráfico 4.2: Órdenes de trabajo realizadas periodo 2015.

Fuente: Autor

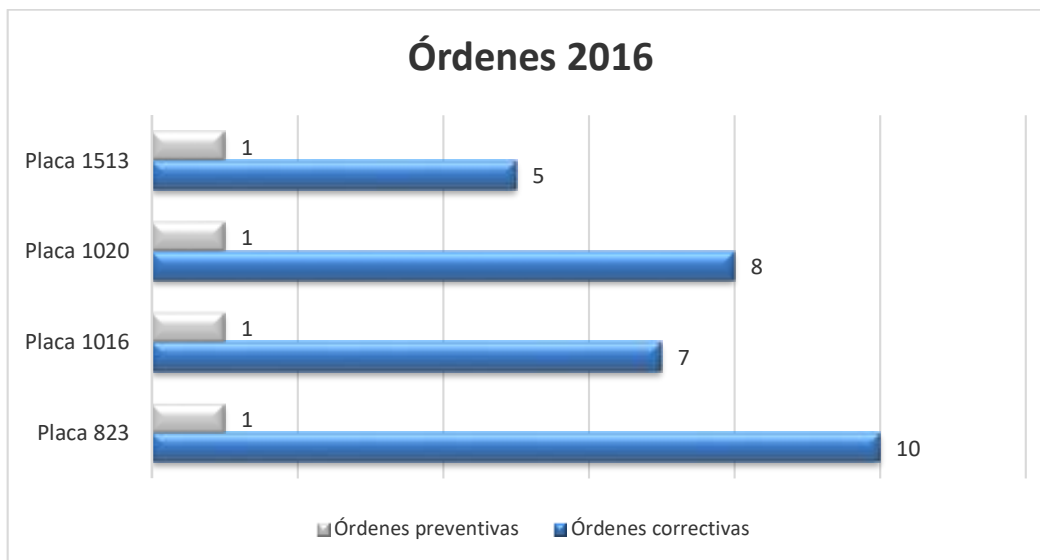


Gráfico 4.3: Órdenes de trabajo realizadas periodo 2016.

Fuente: Autor

Los datos que se encuentran para ambos años arrojan una cantidad superior de órdenes correctivas, el detalle tanto en cantidad como en porcentaje se encuentran en los siguientes gráficos:



Gráfico 4.4: Resumen órdenes de trabajo realizadas periodo 2016.

Fuente: Autor

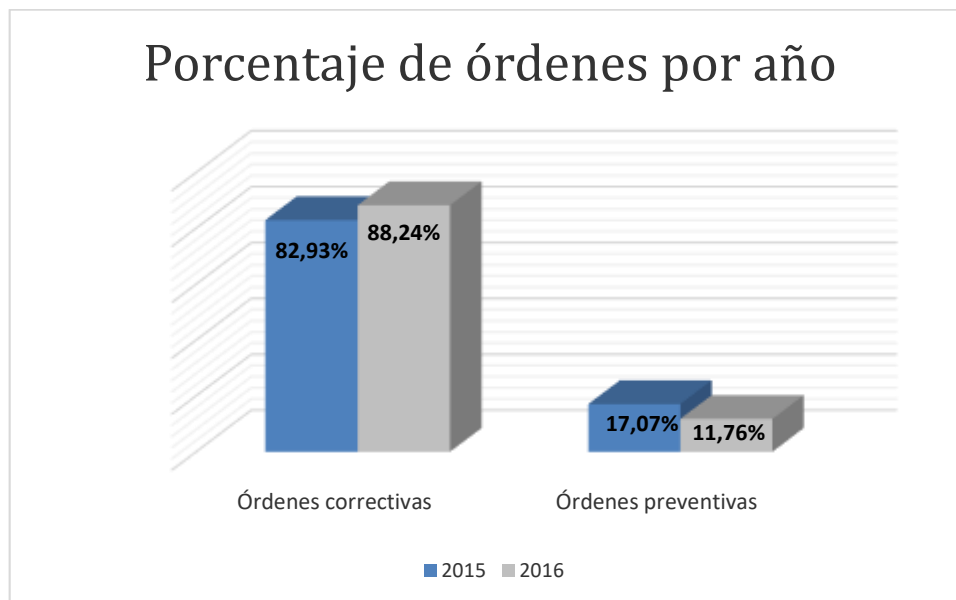


Gráfico 4.5: Porcentaje según tipo de orden periodos 2015 y 2016.

Fuente: Autor.

El gráfico 4.4 señala que entre ambos periodos se hay una disminución en la cantidad de órdenes generadas específicamente 7 órdenes menos, no obstante contrasta con lo que es mostrado en el gráfico 4.5 ya que el porcentaje de las órdenes preventivas descendió y el de órdenes correctivas aumentó.

Análisis de costos de mantenimiento periodos 2015 y 2016

Los costos por camión y periodo los muestra el siguiente gráfico:

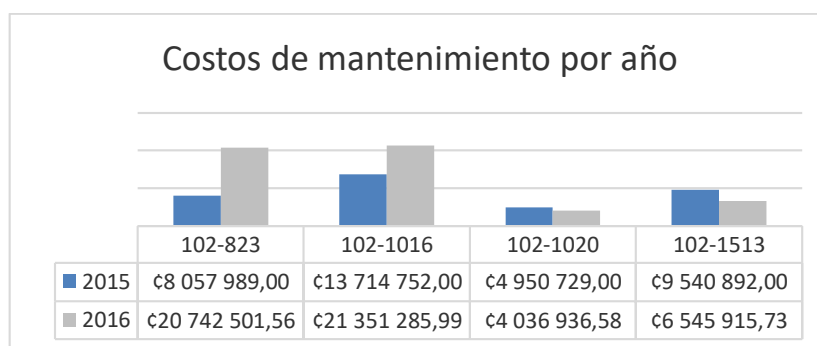


Gráfico 4.6: Costos de mantenimiento por camión y periodo.

Fuente: Autor.

En el año 2015, se utilizaron recursos por un monto total de ¢36, 266,377.00, mientras que en el 2016 fue de ¢52, 678,655.86. Esto da como resultado un aumento de un 45%, así mismo refleja que las unidades con más años de servicio son las que mayor presupuesto consumieron.

Costo de vehículos hidrovaciadores e hidrolimpiador actualmente

Los camiones al ser activos de AyA anualmente se van depreciando anualmente, el dato de su valor en 2017 son los montos lo que se encuentran en la tabla:

Placa del camión	Costo actual
102-823	¢4,800,000.00
102-1016	¢10,690,000.00
102-1020	¢13,200,000.00
102-1513	¢129,510,000.00

Tabla 4.6: Costo de cada camión en 2017.

Fuente: autor

Para la elaboración de esta tabla se hizo uso del valor fiscal presente en el derecho de circulación del 2017.

Costo de un camión hidrovaciador nuevo

En el año 2016, AyA abrió una licitación (Cartel 2016LN-00005-PRI) para la compra de camiones hidrovaciadores con un costo estimado de 275 millones de colones cada uno. Lo que significa una inversión de alto coste para la adquisición por unidad, tomando como referencia que un camión de características idénticas respecto de su tren motriz pero sin el equipo auxiliar cuesta alrededor de 100 millones de colones. Lo anterior brinda un escenario económico en el cuál resalta el valor del equipo auxiliar debido a su especialización siendo superior al monto del costo del camión.

Tiempo medio entre fallos (TMEF).

Para este cálculo se hace uso de la ecuación 4.1:

$$\text{TMEF} = \frac{(\text{Total camiones} * \text{Horas de operación} * \text{Días de operación})}{(\text{Órdenes de trabajo correctivas})}$$

Siendo los datos disponibles mostrados en la siguiente tabla:

Datos para TMEF 2015		Datos para TMEF 2016	
4	Camiones	4	Camiones
24	Horas posibles de operación	24	Horas posibles de operación
365	Días posibles de operación	365	Días posibles de operación
33	Órdenes correctivas realizadas	29	Órdenes correctivas realizadas
	TMEF 2015=1061.81 horas		TMEF 2016= 1208 horas

Tabla 4.7: Tiempo medio entre fallos periodos 2015 y 21026

Fuente: Autor

Siendo el TEMF en días para el periodo para el 2015 de 44.24 días y para el 2016 de 50.34 días respectivamente.

Análisis de criticidad camiones

En este análisis de criticidad, se utilizará la metodología cualitativa, siendo sus ventajas que presenta ser de fácil manejo, que emplea la frecuencia de fallo y criterios de evaluación, que se orientan en identificar el grado de impacto en las áreas: operacionales, comprueba si existe flexibilidad operacional, valora el impacto en los costos de mantenimiento y el impacto en la seguridad humana y el ambiente.

El valor de criticidad total, se obtendrá del producto entre la frecuencia de la ocurrencia y el valor de la consecuencia; para lo cual se emplearán las siguientes fórmulas:

Criticidad total = Frecuencia de ocurrencia x Consecuencia

Criticidad total = Frecuencia de ocurrencia x [Impacto operacional*flexibilidad operacional + Costo de mantenimiento + Impacto seguridad humana y ambiente]

Los diferentes criterios son mostrados en la siguiente tabla:

Criterios para cuantificar el análisis de criticidad de equipos.	
Descripción de los criterios	Cuantificación
Frecuencia de fallos:	
* Mayor a 4 fallos/año	4
* 2-4 fallos/año	3
* 1-2 fallos/año	2
* Mínimo 1 fallo/año	1
Impacto operacional:	
* Parada inmediata de todo el camión	10
* Parada inmediata de todo el camión (recuperable con otro camión)	8
* Impacto en los niveles de producción o calidad	6
* Impacta en los costos operacionales adicionales (indisponibilidad)	3
* No genera ningún efecto o impacto significativo sobre las demás operaciones	1
Flexibilidad operacional:	
* No existe otra opción de producción y no hay forma de recuperarlo	5
* Hay opción de producción a la capacidad mínima permisible	4
* Hay opción de repuestos	3
* Función de repuesto disponible	1
Costo de mantenimiento:	
* Mayor o igual a ¢3.000000,00 por año	2
* Menor a ¢ 3.000000,00 por año.	1
Impacto en la seguridad humana y ambiente:	
* Afecta a la seguridad humana tanto externa como interna	8
* Afecta el ambiente produciendo daños irreversibles	6
* Afecta las instalaciones o personas causando daños severos	4

Tabla 4.8: Criterios para cuantificar la criticidad.

Fuente: Autor

Debido a que estos camiones presentan todos un número de fallas mayores a 5 por año y sus características relacionadas con el impacto operacional, flexibilidad operacional, costos de mantenimiento y el impacto en la seguridad humana y ambiente son compartidos,

se realizará un único cálculo. En el caso de los camiones su criticidad corresponde a la siguiente ecuación:

Frecuencia= 4

Impacto operacional= 10

Flexibilidad operacional: 5

Costos de mantenimiento: 2

Impacto en la seguridad humana y ambiente: 8.

Consecuencia: $(5*10) + 2 + 8 = 60$

Criticidad total: $4*60 = 240$.

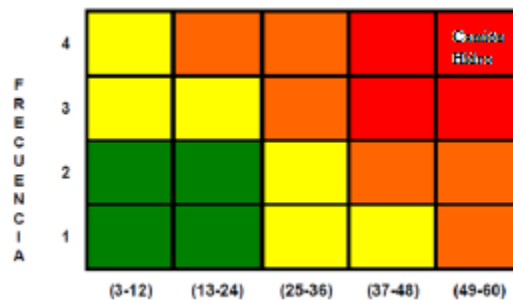


Figura 4.9: Criticidad camiones

Fuente: Autor

Una vez realizado el análisis de criticidad respectivo da el conoce en detalle de la necesidad estos camiones en correcta operación para AyA.

2. Propuesta de solución

Se hace un planteamiento de las tareas del mantenimiento preventivo, ya que como fue mostrado en los diferentes análisis de Pareto, estas tareas son menos del 20 % de las acciones realizadas en el transcurso de ambos periodos 2015 y 2016, además no existen registros de inspecciones preventivas al equipo auxiliar. Al camión una inspección se refiere

únicamente para la prueba de revisión técnica vehicular. Por tanto, se plantea el seguimiento a través de una rutina de inspección estática y su respectiva rutina de inspección dinámica para cada equipo según corresponda hidrovaciador o hidrolimpiador. Aplicando estas herramientas y analizando la información obtenida así como el cronograma de actividades para cada camión y su respectivo GANT que involucre todo lo anteriormente mencionado, por lo que la ejecución del programa de mantenimiento preventivo se beneficiará, ya que brindará los fallos originados por revisiones preventivas no ejecutadas o no identificadas, permitiendo la toma de decisiones acerca de la relevancia de tareas puntuales y la posibilidad de mejorar la frecuencia para su ejecución, dando como resultado un plan de mantenimiento dinámico y de mejora continua.

A continuación, se detallan las rutinas de los camiones para el servicio de alcantarillado sanitario.

Camión hidrovaciador



DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
Listado de Inspecciones- Mantenimiento Preventivo

Unidad:
Camión Hidrovaciador

Orden #:

Sección: EE-01		EQUIPO ESPECIAL							
Área: CAM-01		CAMIONES							
Equipo: 102-0823		ACT. 30879 (RT) CAM M. BENZ MOD. 102-0823 GILBERT				Cuenta: 02.04.02			
Parte: PMP		PMP CAMIONES							
Ubicación		Manual:			Plano:				
Sub-Parte:									
Plan de Mto.		CAM HIDROV		HIDROVACIADORES		ESTADO			
Inspección Estática		Fecha		Frec.	Paro	BU	RE	CO	NA
				30 días	N				
1		Verificar presencia de fugas en sistema de escape Verificar fugas sistema de inyección diesel/corregir Verificar sistema de iluminación (faros) Verificar funcionamiento de señales, luz de posición, reversa, direccionales Verificar de arranque del motor. Revisar presencia códigos de avería tablero. Verificar funcionamiento de relojes, manómetros. Verificar presencia de hules de pedales/sustituir Verificar condiciones de frenos/entrampe/fugas aire Verificar funcionamiento sistema limpiaparabrisas Verificar funcionamiento del sistema de aire acondicionado Limpieza de los filtros de a/c/ Sustituir. Verificar funcionamiento del horometro/ instrumentos Revisar roturas, daños de asiento (s) Verificar funcionamiento y fugas del sistema de dirección Verificar limpieza filtros de aire/sustituir Verificar roturas/ de correas/fajas de accesorios Verificar fugas de refrigerante de motor. Verificar nivel de aceite motor/Fugas/rellenar/cantidad Verificar niveles de aceite de diferenciales/fugas /rellenar Verificar niveles de aceite de caja (fugas)/rellenar Verificar condiciones de llantas, desgaste, roturas etc Verificar cantidad tacos de rana/pemos. Inspección de engrase Estado de cobertores y sujeción batería/ Sustituir Verificar estado de vida de la batería %/Sustituir Voltaje de generación Apertura cierre de ventanas Estado de parabrisas /Reventaduras/picaduras Estado vidrios/Reventaduras/picaduras Estado de retrovisores /Reventaduras/picaduras Apertura y cierre de puertas Verificación del acople de toma de fuerza transmisión Verificación de funcionamiento acople bombas Sistema de control equipo auxiliar/estado de bombillos, botones Revisar/rellenar nivel aceite bomba succión Revisar/ rellenar nivel aceite bomba de alta presión Funcionamiento de indicadores sistema succión Funcionamiento de indicadores sistema alta presión Nivel de aceite hidráulico equipo auxiliar/rellenar Revisar fugas en mangueras hidráulicas/pistones							

Trabajo Realizado

Operario Ejecutor: _____ Firma: _____
 Supervisor: _____ Firma: _____

Figura 4.10: Orden de trabajo de inspección estática camión hidrovaciador integrada en software TRICOM.

Fuente: Autor



DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
Listado de Inspecciones- Mantenimiento Preventivo

Unidad:
Camión Hidrovaciador

				Orden #:			
Sección:	EE-01	EQUIPO ESPECIAL					
Area:	CAM-01	CAMIONES					
Equipo:	102-0823	ACT. 30879 (RT) CAM M.BENZ MOD.102-0823 GILBERT				Cuenta: 02.04.02	
Parte:	PMP	PMP CAMIONES					
Ubicación				Manual:	Plano:		
Sub-Parte:							
Plan de Mto.	CAM HIDROV		HIDROVACIADORES			ESTADO	
Inspección Dinámica	Fecha	Frec.	Paro	BU	RE	CO	NA
		30 días	N				
		Parte	Criterio				
1	TREN MOTRIZ	Motor estado de la temperatura	Mantiene la temperatura bajo operación.				
		Motor sonido normal de operación	Presencia sonidos anormales en carretera/operación				
		Motor sonido normal de operación	Presencia sonidos anormales en carretera/operación				
		Embrague	Acople y desacople del embrague				
		Transmisión	Acople de marchas correcto				
		Ejes	Sonidos/ vibraciones anormales durante marcha				
		Diferenciales	Sonidos/ vibraciones anormales durante marcha				
2	CHASIS	Toma de fuerza	Acople y desacople sin ruidos				
		Dirección	Sonidos/ tirones / vibraciones durante marcha				
		Frenos	Sonidos/ tirones / vibraciones durante marcha				
3	CABINA	Suspensión	Sonidos/golpes/ tirones / vibraciones durante marcha				
		Ruidos cabina	Funcionamiento de instrumentos en marcha				
		Funcionamiento retrovisores	Funcionamiento durante la marcha				
4	ELÉCTRICO	Palanca multifunción	Suspensión/golpes/ruidos				
		Asientos	Funcionamiento suspensión				
		Sellos cabina	Ingreso de agua/calor al habitáculo				
		Cuadro de instrumentos	Funcionamiento de instrumentos en marcha				
5	SUCCIÓN	Cuadro de instrumentos	Códigos de avería durante la marcha				
		Palanca multifunción de luces	Funcionamiento durante la marcha				
		Selectores de instrumentos	Funcionamiento durante la marcha				
		Filtro de succión	Limpieza/ Sello hermético				
		Filtro de succión secundario	Limpieza/ Sello hermético				
		Válvula tipo bola aspiración posterior	Apertura completa y cierre sin fugas				
		Válvulas aspiración superior	Apertura completa y cierre sin fugas				
		Vacuometro/Manometro de presión	Indicador de presión en operación (-1 Bar/1.5 Bar)				
		Estanqueidad de tanque	Sin fugas durante operación				
		Indicador de Nivel	Indicación sin fugas durante operación				
6	HIDRO LIMPIADOR	Bomba de vacío/Compresor de lóbulos	Fugas/Sonidos/ vibración durante marcha				
		Bomba AP	Fugas/Sonidos/ durante marcha				
		Compartimiento de agua	Sin fugas				
		Prefiltro o llenado	Limpio y sin fugas				
		Válvula de bola en succión	Apertura y cierre/sin fugas				
		Filtro de alimentación de la bomba AP	Limpio y sin fugas				
		Manómetro de presión	Indicador de presión en operación (0-180 Bar)				
		Regulador de la presión	Regulación en operación entre (0-180 Bar)				
		Acoples giratorios	Operación sin fugas durante operación				
		Indicador de Nivel	Indicación sin fugas durante operación				
7	ÓLEO HIDRÁULICO	Estanqueidad de tanque	Sin fugas durante operación				
		Válvulas de carga y descarga de agua	Apertura completa y cierre sin fugas				
8	NEUMÁTICO	Sistema Hidráulico	Operación sin fugas durante operación				
		Sistema Hidráulico	Operación del brazo superior				
		Bomba de alta presión	Operación sin fugas durante operación				
9	CONTROL DE EQUIPO AUXILIAR	Sistema neumático	Control de la presión/sin fugas				
		Tablero de comando	Funcionamiento de botones de selección				
		Tablero lateral	Funcionamiento de luces indicadoras				
		Electroválvula Bomba AP	Revisar correcto funcionamiento				
		Electroválvula Succión superior	Revisar correcto funcionamiento				
		Electroválvula Succión/Rechazo	Revisar correcto funcionamiento				
		Horámetro Bomba AP	Revisar correcto funcionamiento/ tomar dato				
Horámetro Bomba vacío	Revisar correcto funcionamiento y tomar dato						
		Cableado	Revisar conexiones y posibles fallos				

Trabajo Realizado _____

Operario Ejecutor: _____
Supervisor: _____

Firma: _____
Firma: _____

Figura 4.11: Orden de trabajo de inspección dinámica camión hidrovaciador integrada en software TRICOM.

Fuente: Autor

Camión hidrolimpiador:



DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
Listado de Inspecciones- Mantenimiento Preventivo

Unidad:
Camión Hidrolimpiador

Sección: EE-01		EQUIPO ESPECIAL		Orden #:					
Área: CAM-01		CAMIONES							
Equipo: 102-1020		ACT. 65332 (RT) CAM INTERN MOD. 102-1020 ACTIVOS		Cuenta: 02.04.02					
Parte: PMP		PMP HIDROLIMPIADOR							
Ubicación		Manual:		Plano:					
Sub-Parte:									
Plan de Mto.		CAM HIDROL		HIDROLIMPIADOR		ESTADO			
Inspección Estática		Fecha		Frec.	Paro	BU	RE	CO	NA
				30 días	No				
1		Verificar presencia de fugas en sistema de escape Verificar fugas sistema de inyección diesel/corregir Verificar sistema de iluminación (faros) Verificar funcionamiento de señales, luz de posición, reversa, direccionales Verificar de arranque del motor. Revisar presencia códigos de avería tablero. Verificar funcionamiento de relojes, manómetros. Verificar presencia de hules de pedales/sustituir Verificar condiciones de frenos/entrampes/fugas aire Verificar funcionamiento sistema limpiaparabrisas Verificar funcionamiento del sistema de aire acondicionado Limpieza de los filtros de a/c/ Sustituir. Verificar funcionamiento del horometro/ instrumentos Revisar roturas, daños de asiento (s) Verificar funcionamiento y fugas del sistema de dirección Verificar limpieza filtros de aire/sustituir Verificar roturas/ de correas/fajas de accesorios Verificar fugas de refrigerante de motor. Verificar nivel de aceite motor/Fugas/rellenar/cantidad Verificar niveles de aceite de diferenciales/fugas /rellenar Verificar niveles de aceite de caja (fugas)/rellenar Verificar condiciones de llantas, desgaste, roturas etc Verificar cantidad tacos de rana/pemos. Inspección de engrase Estado de cobertores y sujeción batería/ Sustituir Verificar estado de vida de la batería %/Sustituir Voltaje de generación Apertura cierre de ventanas Estado de parabrisas /Reventaduras/picaduras Estado vidrios//Reventaduras/picaduras Estado de retrovisores /Reventaduras/picaduras Apertura y cierre de puertas Verificación del acople de toma de fuerza transmisión Verificación de funcionamiento acople bombas Sistema de control equipo auxiliar/estado de bombillos, botones Revisar/ rellenar nivel aceite bomba de alta presión Funcionamiento de indicadores sistema alta presión Nivel de aceite hidráulico equipo auxiliar/rellenar Revisar fugas en mangueras hidráulicas/pistones							

Trabajo Realizado

Operario Ejecutor: _____ Firma: _____

Supervisor: _____ Firma: _____

Figura 4.12: Orden de trabajo de inspección estática camión hidrolimpiador integrada en software TRICOM.

Fuente: Autor



DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
Listado de Inspecciones- Mantenimiento Preventivo

Unidad:
Camión Hidrovacificador

Orden #:

Sección: EE-01 EQUIPO ESPECIAL		Cuenta: 02.04.02					
Area: CAM-01 CAMIONES							
Equipo: 102-0823 ACT. 30879 (RT) CAM M.BENZ MOD.102-0823 GILBERT							
Parte: PMP PMP CAMIONES							
Ubicación		Manual:					
Sub-Parte:		Plano:					
Plan de Mto.							
CAM HIDROV		HIDROVACIADORES					
Inspección Dinámica	Fecha	Frec.	Paro	ESTADO			
		30 días	N	BU	RE	CO	NA
		Parte	Criterio				
1	TREN MOTRIZ	Motor estado de la temperatura	Mantiene la temperatura bajo operación.				
		Motor sonido normal de operación	Presencia sonidos anormales en carretera/operación				
		Motor sonido normal de operación	Presencia sonidos anormales en carretera/operación				
		Embrague	Acople y desacople del embrague				
		Transmisión	Acople de marchas correcto				
		Ejes	Sonidos/ vibraciones anormales durante marcha				
		Diferenciales	Sonidos/ vibraciones anormales durante marcha				
		Toma de fuerza	Acople y desacople sin ruidos				
		Dirección	Sonidos/ tirones / vibraciones durante marcha				
2	CHASIS	Frenos	Sonidos/ tirones / vibraciones durante marcha				
		Suspensión	Sonidos/golpes/ tirones / vibraciones durante marcha				
3	CABINA	Ruidos cabina	Funcionamiento de instrumentos en marcha				
		Funcionamiento retrovisores	Funcionamiento durante la marcha				
		Palanca multifunción	Suspensión/golpes/ruidos				
		Asientos	Funcionamiento suspensión				
4	ELÉCTRICO	Sellos cabina	Ingreso de agua/calor al habitáculo				
5	SUCCIÓN	Cuadro de instrumentos	Funcionamiento de instrumentos en marcha				
		Cuadro de instrumentos	Códigos de avería durante la marcha				
		Palanca multifunción de luces	Funcionamiento durante la marcha				
		Selectores de instrumentos	Funcionamiento durante la marcha				
		Filtro de succión	Limpieza/ Sello hermético				
		Filtro de succión secundario	Limpieza/ Sello hermético				
		Válvula tipo bola aspiración posterior	Apertura completa y cierre sin fugas				
		Válvulas aspiración superior	Apertura completa y cierre sin fugas				
		Vacuometro/Manometro de presión	Indicador de presión en operación (-1 Bar/1.5 Bar)				
6	HIDRO LIMPIADOR	Estanqueidad de tanque	Sin fugas durante operación				
		Indicador de Nivel	Indicación sin fugas durante operación				
		Bomba de vacío/Compresor de lobulos	Fugas/Sonidos/ vibracion durante marcha				
		Temperatura Bomba de vacío ó compresor de Lóbulos	Tempertaura entre 60 y 75 grados Celsius.				
		Bomba AP	Fugas/Sonidos/ durante marcha				
		Compartimiento de agua	Sin fugas				
		Prefiltro o llenado	Limpio y sin fugas				
		Válvula de bola en succión	Apertura y cierre/sin fugas				
		Filtro de alimentación de la bomba AP	Limpio y sin fugas				
		Manómetro de presión	Indicador de presión en operación (0-180 Bar)				
		Regulador de la presión	Regulación en operación entre (0-180 Bar)				
7	ÓLEO HIDRAÚLICO	Acoples giratorios	Operación sin fugas durante operación				
		Indicador de Nivel	Indicación sin fugas durante operación				
8	NEUMÁTICO	Indicador de Nivel	Indicación sin fugas durante operación				
		Estanqueidad de tanque	Sin fugas durante operación				
9	CONTROL DE EQUIPO AUXILIAR	Válvulas de carga y descarga de agua	Apertura completa y cierre sin fugas				
		Sistema Hidráulico	Operación sin fugas durante operación				
		Sistema Hidráulico	Operación del brazo superior				
9	CONTROL DE EQUIPO AUXILIAR	Bomba de alta presión	Operación sin fugas durante operación				
		Sistema neumático	Control de la presión/sin fugas				
		Tablero de comando	Funcionamiento de botones de selección				
		Tablero lateral	Funcionamiento de luces indicadoras				
		Electroválvula Bomba AP	Revisar correcto funcionamiento				
		Electroválvula Succión superior	Revisar correcto funcionamiento				
		Electroválvula Succión/Rechazo	Revisar correcto funcionamiento				
Horímetro Bomba AP	Revisar correcto funcionamiento/ tomar dato						
Horímetro Bomba vacío	Revisar correcto funcionamiento y tomar dato						
Cableado	Revisar conexiones y posibles fallos						

Trabajo Realizado

Operario Ejecutor: _____
Supervisor: _____

Firma: _____
Firma: _____

Figura 4.13: Orden de trabajo de inspección dinámica camión hidrolimpiador integrada en software TRICOM.

Fuente: Autor

Cronograma de actividades

Para estos equipos se elaboró un cronograma que involucra las restantes actividades preventivas en la tabla:

CRONOGRAMA ACTIVIDADES PREVENTIVAS					
Sistema	Parte específica	Actividad	Frecuencia	Especificaciones	Responsable
TREN MOTRIZ	MOTOR	Cambio de filtro de aire	Cambio de filtro cada 5000 Km/500 horas o 6 meses. Lo que suceda primero. Realizar con el cambio de aceite.	Sustituir	Técnico Personal de mantenimiento.
	MOTOR	Cambio de fajas de accesorios/correas.	Cambio cada 4 años/o ante cualquier deformación o desgaste encontrado en inspección.	Sustituir	Técnico Personal de mantenimiento.
	MOTOR	Drenado de agua en filtro separador	Semanal/50 horas	Drenar semanalmente/50 horas	Operador
	MOTOR	Filtros de diesel	Cambio de filtro cada 5000 Km/500 horas o 6 meses. Lo que ocurra primero.	Sustituir	Técnico Personal de mantenimiento.
	MOTOR	Cambio de Aceite	Cambio cada 5000 Km/500 horas o 6 meses. Incluir filtro de aceite. Lo que ocurra primero.	Sustituir por aceite recomendado por fabricante para cada camión.	Técnico Personal de mantenimiento.
	MOTOR	Refrigerante de motor/Filtro de refrigerante	Cambio cada 10000 Km/1000 horas o 12 meses. Lo que ocurra primero	Refrigerante pre diluido 50/50.	Técnico Personal de mantenimiento.
	MOTOR	Mangueras sistema refrigerante.	Cambio cada 4 años/o ante cualquier deformación o desgaste encontrado en inspección.	Sustituir	Técnico Personal de mantenimiento.
	EMBRAGUES	Ajuste /engrase sistema de embrague camión y equipo auxiliar.	Ajuste/comprobación cada 5000 Km/500 horas o 6 meses.	Ajuste/engrase (Grasa NLG12)	Técnico Personal de mantenimiento.
	EMBRAGUE	Mangueras sistema de embrague	Cambio cada 4 años/o ante cualquier deformación o desgaste encontrado en inspección.	Sustituir	Técnico Personal de mantenimiento.
	TRANSMISIÓN	Cambio de aceite	Cambio cada 10000 Km/1000 horas o 12 meses. Lo que ocurra primero	Sustituir por aceite recomendado por fabricante para cada camión.	Técnico Personal de mantenimiento.
	TOMA DE FUERZA	Cambio de aceite	Cambio cada 10000 Km/1000 horas o 12 meses. Lo que ocurra primero	Sustituir por aceite recomendado por fabricante para cada camión.	Técnico Personal de mantenimiento.
	BARRAS DE TRANSMISIÓN	Engrase de barras	Mensual/200 horas	Engrasar	Técnico Personal de mantenimiento.
EJES	Cambio de aceite	Cambio cada 10000 Km/1000 horas o 12 meses. Lo que ocurra primero	Sustituir por aceite recomendado por fabricante para cada camión.	Técnico Personal de mantenimiento.	
CHASIS	DIRECCIÓN	Alineado	Cada 10000 Km/1000 horas o 12 meses. Lo que ocurra primero	Alinear	Técnico Personal de mantenimiento.
	BOMBA DIRECCIÓN HIDRAÚLICA	Cambio de aceite y filtro	Cambio de aceite cada 10000Km/ 1000 horas/ 12 meses	Sustituir por aceite recomendado por fabricante para cada camión.	Técnico Personal de mantenimiento.
	MANGUERAS DIRECCIÓN HIDRAÚLICA	Cambio de mangueras	Cambio cada 4 años/o ante cualquier deformación o desgaste encontrado en inspección.	Sustituir	Técnico Personal de mantenimiento.
	FRENOS	Ajuste y revisión	Ajuste cada 5000 Km/500 horas o 6 meses. Lo que ocurra primero.	Ajustar Frenos	Técnico Personal de mantenimiento.
	FRENOS	Filtro secador	Cambio de aceite filtro 10000Km/ 1000 horas/ 12 meses	Sustituir	Técnico Personal de mantenimiento.
	FRENOS	Drenaje de tanques de aire	Semanal/50 horas	Extraer agua del sistema	Operador
	MANGUERAS DE FRENOS	Cambio de mangueras	Cambio cada 4 años/o ante cualquier deformación o desgaste encontrado en inspección.	Sustituir	Técnico Personal de mantenimiento.
	LLANTAS	Rotación y balanceo	Rotar y balancear cada 5000 Km/500 horas o 6 meses. Lo que ocurra primero.	Rotar y balancear.	Técnico Personal de mantenimiento.

Figura 4.14: Cronograma de actividades preventivas camiones de alcantarillado sanitario

parte 1

Fuente: Autor

CABINZA	AIRE ACONDICIONADO	Cambio de filtro de aire acondicionado.	Cambio cada 10000Km/ 1000 horas/ 12 meses	Cambio de filtro de aire	Técnico Personal de mantenimiento.
ELECTRICO	INSTALACIÓN	Comprobación de fusibles	Verificar cada 5000 Km/500 horas o 6 meses. Lo que ocurra primero.	Verificar que los fusibles instalados correspondan a las amperajes específicos según el fabricante.	Técnico Personal de mantenimiento.
	BATERÍAS	Cambio de baterías	Máximo 2 años/ Según indique el comprobador. Debajo del 49% de vida cambiar	Sustituir	Técnico Personal de mantenimiento.
SUCCIÓN	SUCCIÓN	Cambio de aceite filtro de succión	Cambiar cada 5000 Km/500 horas o 6 meses. Lo que ocurra primero.	Sustituir por aceite recomendado por fabricante para cada equipo.	Técnico Personal de mantenimiento.
	LIMPIEZA SOPORTE DE VÁLVULA DE BOLA	Limpieza y desatorado de conductos y válvula en tanque de lodos.	Limpiar cada 5000 Km/500 horas o 6 meses. Lo que ocurra primero.	Limpiar y desatorar	Técnico Personal de mantenimiento.
	BOMBA DE SUCCIÓN / COMPRESOR DE LÓBULOS	Cambio de aceite	Cambiar cada 5000 Km/500 horas o 6 meses. Lo que ocurra primero.	Sustituir por aceite recomendado por fabricante para cada equipo.	Técnico Personal de mantenimiento.
	BOMBA DE SUCCIÓN	Medición desgaste de las paletas	Verificar cada 5000 Km/500 horas o 6 meses. Lo que ocurra primero.	Desgaste menor a 5 mm entre rotor y paletas.	Técnico Personal de mantenimiento.
HIDRO LIMPIADOR	BOMBA DE ALTA PRESIÓN	Limpieza del filtro de succión	Diaria	Limpiar y desatorar	Operador
	BOMBA DE ALTA PRESIÓN	Cambio de aceite	Cambiar cada 5000 Km/500 horas o 6 meses. Lo que ocurra primero.	Sustituir por aceite recomendado por fabricante para cada equipo.	Técnico Personal de mantenimiento.
NEUMÁTICO	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	Drenado de agua en filtro separador, cambio de aceite en el lubricador.	Mensual/200 horas	Drenar y cambiar aceite recomendado por fabricante.	Técnico Personal de mantenimiento.
	MANGUERAS NEUMÁTICAS	Cambio de mangueras	Cambio cada 4 años/o ante cualquier deformación o desgaste encontrado en inspección.	Sustituir	Técnico Personal de mantenimiento.
HIDRAÚLICO	BOMBA DE ALTA PRESIÓN	Cambiar aceite y filtro	Cambio cada 10000Km/ 1000 horas/ 12 meses	Sustituir por aceite recomendado por fabricante para cada equipo.	Técnico Personal de mantenimiento.
CONTROL	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	Comprobación de fusibles	Verificar cada 5000 Km/500 horas o 6 meses. Lo que ocurra primero.	Verificar que los fusibles instalados correspondan a las amperajes específicos según el fabricante.	Técnico Personal de mantenimiento.

Figura 4.15: Cronograma de actividades preventivas camiones de alcantarillado sanitario parte 2

Fuente: Autor

Se realizó además un GANT anual, el cual se entregará a la jefatura directa que resume tanto el cronograma de actividades como las inspecciones respectivas como lo muestra la figura:

Costo estimado de implementación del plan de mantenimiento preventivo:

En el mantenimiento preventivo de los camiones es posible contratar los siguientes servicios que muestran las siguientes tablas resumen con sus respectivos montos:

Costo estimado por mantenimiento preventivo contratado anual camiones hidrovaciadores				
Aceite (Incluye mano de obra)	Cantidad litros	Frecuencia	Precio por litro	Subtotal
Motor	32	2	¢3,000.00	¢192,000.00
Ejes	24	1	¢3,700.00	¢88,800.00
Transmisión	16	1	¢3,700.00	¢59,200.00
Dirección hidráulica	7	1	¢3,500.00	¢24,500.00
Bomba succión	4	2	¢4,500.00	¢36,000.00
Bomba alta presión	4	2	¢3,700.00	¢29,600.00
Toma de fuerza	8	1	¢3,700.00	¢29,600.00
			Total	¢459,700.00
Filtros	Cantidad	Frecuencia	Precio	Subtotal
Aire	1	2	¢25,000.00	¢50,000.00
Diesel	2	2	¢12,000.00	¢48,000.00
Aceite	2	2	¢8,000.00	¢32,000.00
Dirección hidráulica	1	1	¢6,500.00	¢6,500.00
Aire comprimido	1	1	¢14,000.00	¢14,000.00
Refrigerante motor	1	1	¢9,000.00	¢9,000.00
			Total	¢159,500.00
Otros	Cantidad	Frecuencia	Precio	Total
Refrigerante motor	30	1	¢500.00	¢15,000.00
Grasa	3	12	¢2,500.00	¢90,000.00
			Subtotal	¢105,000.00
Mano de obra	Cantidad	Frecuencia	Precio	Subtotal
Ajuste de frenos	1	2	¢35,000.00	¢70,000.00
Rotación y balanceo	1	2	¢30,000.00	¢60,000.00
Alineado	1	1	¢25,000.00	¢25,000.00
			SubTotal	¢155,000.00
			Total anual	¢774,200.00
			Total anual 3 camiones	¢2,322,600.00
Cantidad de camiones	3			

Tabla 4.9: Costos estimados para una mantenimiento preventivo de camiones hidrovaciadores contratado según propuesta.

Fuente: Autor

Costo estimado mantenimiento preventivo camión hidrolimpiador:

Costo estimado por mantenimiento contratado anual camión hidrolimpiador				
Fluidos (Incluye mano de obra)	Cantidad litros	Frecuencia	Precio por litro	Subtotal
Motor	32	2	¢3,000.00	¢192,000.00
Ejes	24	1	¢3,700.00	¢88,800.00
Transmisión	16	1	¢3,700.00	¢59,200.00
Dirección hidráulica	7	1	¢3,500.00	¢24,500.00
Bomba alta presión	4	2	¢3,700.00	¢29,600.00
Toma de fuerza	8	1	¢3,700.00	¢29,600.00
Refrigerante motor	30	1	¢500.00	¢15,000.00
			Total	¢438,700.00
Filtros	Cantidad	Frecuencia	Precio	Subtotal
Aire	1	2	¢25,000.00	¢50,000.00
Diesel	2	2	¢12,000.00	¢48,000.00
Aceite	2	2	¢8,000.00	¢32,000.00
Dirección hidráulica	1	1	¢6,500.00	¢6,500.00
Aire comprimido	1	1	¢14,000.00	¢14,000.00
Refrigerante motor	1	1	¢9,000.00	¢9,000.00
			Total	¢159,500.00
Otros	Cantidad	Frecuencia	Precio	Total
Grasa	3	12	¢2,500.00	¢90,000.00
Mano de obra	Cantidad	Frecuencia	Precio	Subtotal
Ajuste de frenos	1	2	¢35,000.00	¢70,000.00
Rotación y balanceo	1	2	¢30,000.00	¢60,000.00
Alineado	1	1	¢25,000.00	¢25,000.00
			SubTotal	¢155,000.00
			Total anual	¢843,200.00
Cantidad de camiones	1			Total 1 camión
				¢843,200.00

Tabla 4.10: Costos estimados para una mantenimiento preventivo de camión hidrolimpiador contratado según propuesta.

Fuente: Autor

Los montos de los mantenimientos preventivos para los 4 camiones suman un total de ¢3,075,800.00 para los diferentes servicios que integra este plan de mantenimiento preventivo . En ambas tablas no se contempla ninguna inspección estática o dinámica, ya que esta debe ser personal del taller de maquinaria realizada por esto forma parte del costo

que asume la institución al tener personal en plaza, siendo reflejado este monto por mantenimiento por administración directa de AyA.

Costo estimado por administración directa:

Costo estimado por mantenimiento anual camiones hidrovaciadores por administración directa de AyA				
Fluidos (Incluye mano de obra)	Cantidad litros	Frecuencia	Precio por litro	Subtotal
Motor	32	2	¢1,700.00	¢108,800.00
Ejes	24	1	¢1,900.00	¢45,600.00
Transmisión	16	1	¢1,900.00	¢30,400.00
Dirección hidráulica	7	1	¢1,650.00	¢11,550.00
Bomba succión	4	2	¢2,800.00	¢22,400.00
Bomba alta presión	4	2	¢1,900.00	¢15,200.00
Toma de fuerza	8	1	¢1,900.00	¢15,200.00
Refrigerante motor	30	1	¢300.00	¢9,000.00
			Total	¢258,150.00
Filtros	Cantidad	Frecuencia	Precio	Subtotal
Aire	1	2	¢25,000.00	¢50,000.00
Diesel	2	2	¢12,000.00	¢48,000.00
Aceite	2	2	¢8,000.00	¢32,000.00
Dirección hidráulica	1	1	¢6,500.00	¢6,500.00
Aire comprimido	1	1	¢14,000.00	¢14,000.00
Refrigerante motor	1	1	¢9,000.00	¢9,000.00
			Total	¢159,500.00
Otros	Cantidad	Frecuencia	Precio	Total
Grasa	3	12	¢1,170.00	¢42,120.00
Alineado	1	1	¢25,000.00	¢25,000.00
Rotación y balanceo	1	2	¢30,000.00	¢60,000.00
			Total	¢127,120.00
Mano de obra	Cantidad horas	Frecuencia	Precio hora técnico	Subtotal
Tecnico	40	1	¢ 2,433.15	¢97,325.80
Inspección estática	2.25	12	¢ 2,433.15	¢65,694.92
Inspección dinámica	4.85	12	¢ 2,433.15	¢141,609.04
			Total costo de mano de obra	¢304,629.75
Detalle salario técnico			Subtotal	
Horas laboradas mensuales	200			¢849,399.75
* Salario técnico mensual	¢340,300.00			
* Cargas Sociales	42.95%			
Salario Bruto total	¢486,629.00			
Costo de hora técnico	¢2,433.15			
Cantidad de camiones	3		Total 3 camiones	¢2,548,199.26

Tabla 4. 11: Costos estimados para una mantenimiento preventivo de camiones hidrovaciadores por administración directa AyA.

Fuente: autor

Costo estimado por mantenimiento anual camión hidrolimpiador por administración directa de AyA				
Fluidos (Incluye mano de obra)	Cantidad litros	Frecuencia	Precio por litro	Subtotal
Motor	32	2	¢1,700.00	¢108,800.00
Ejes	24	1	¢1,900.00	¢45,600.00
Transmisión	16	1	¢1,900.00	¢30,400.00
Dirección hidráulica	7	1	¢1,650.00	¢11,550.00
Bomba succión	4	2	¢2,800.00	¢22,400.00
Toma de fuerza	8	1	¢1,900.00	¢15,200.00
Refrigerante motor	30	1	¢300.00	¢9,000.00
			Total	¢242,950.00
Filtros	Cantidad	Frecuencia	Precio	Subtotal
Aire	1	2	¢25,000.00	¢50,000.00
Diesel	2	2	¢12,000.00	¢48,000.00
Aceite	2	2	¢8,000.00	¢32,000.00
Dirección hidráulica	1	1	¢6,500.00	¢6,500.00
Aire comprimido	1	1	¢14,000.00	¢14,000.00
Refrigerante motor	1	1	¢9,000.00	¢9,000.00
			Total	¢159,500.00
Otros	Cantidad	Frecuencia	Precio	Total
Grasa	3	12	¢1,170.00	¢42,120.00
Alineado	1	1	¢25,000.00	¢25,000.00
Rotación y balanceo	1	2	¢30,000.00	¢60,000.00
			Total	¢127,120.00
Mano de obra	Cantidad horas	Frecuencia	Precio hora técnico	Subtotal
Tecnico	30	1	¢ 2,433.15	¢72,994.35
Inspección estática	2.15	12	¢ 2,433.15	¢62,775.14
Inspección dinámica	4.15	12	¢ 2,433.15	¢121,170.62
		Total costo de mano de obra		¢256,940.11
Detalle salario técnico			Subtotal	¢786,510.11
Horas laboradas mensuales	200			
* Salario técnico mensual	¢340,300.00			
* Cargas Sociales	42.95%			
Salario Bruto total	¢486,629.00			
Costo de hora técnico	¢2,433.15			
Cantidad de camiones	1		Total	¢786,510.11

Tabla 4.12: Costos estimados para una mantenimiento preventivo de camiones hidrovaciadores por administración directa AyA.

Fuente: autor

En el caso de costo del mantenimiento preventivo planteado para que sea ejecutado a través del taller de maquinaria tiene un costo para los 4 camiones anualmente de ¢3,334,709.37.

Si bien están diferenciados los mantenimientos contratados y administración directa no implica que se realice solo uno u otro durante el transcurso del año, esto obedece a la necesidad de la jefatura y de su ejecución, fue necesario hacer referencia de manera independiente para obtener montos específicos.

Costos actuales

Si se hace referencia a los costos de mantenimiento del 2015 y 2016 respectivamente:

Para el 2015 se invirtió ¢36,266,377 y en el 2016 ¢52,678,755.86 sin el plan de mantenimiento propuesto. Los montos de mantenimiento contratado y de administración directa corresponden tan solo a una fracción del presupuesto de los periodos mencionados anteriormente. Por lo que mantener bajo constante vigilancia de manera preventiva y sus correspondientes actividades de mantenimiento presentan un bajo coste. Esto sin dejar de lado la ventaja de programar las distintas intervenciones correctivas detectadas durante inspecciones según sea requerido, esto marcaría la pauta, ya que actualmente se atienden fallas correctivas y por la necesidad de los camiones se trata en calidad de emergencia.

3. Interpretación de resultados y aportes

En este apartado se hace un análisis objetivo de la información utilizada para realizar este estudio.

En el gráfico 4.1 se evidencian los años de servicio de la flota de camiones, de la cual se extrae que 1 de los camiones tiene más de 20 años de servicio, 2 unidades tienen más de 15 años de servicio y solo 1 tiene menos de 10 años. Respecto de lo que los fabricantes indican como periodo de vida útil como lo muestra la tabla 4.5 el equipo placa 102-823 está excedido en 2 años, el camión placa 102-1016 está a 2 años de alcanzar su vida útil estimada, el equipo 102-1020 a 3 años de alcanzar este periodo y el 102-1513 a 11 años siendo el equipo menos longevo.

Un aspecto en el que coinciden los diferentes fabricantes de equipos para la limpieza de alcantarillado sanitario es que el periodo de vida dado está estrictamente relacionado con el mantenimiento que se le brinde a la unidad, por lo que el análisis de solo 2 periodos no da la posibilidad de establecer una proyección más detallada de la frecuencia y tipos de mantenimiento aplicados a las unidades durante los años de servicio sino que se referencian específicamente a los periodos estudiados.

La antigüedad de las unidades es un factor influyente para contar con la disponibilidad de repuestos, tanto en el camión como en su equipo auxiliar por lo que aunado a la falta de representación de estos equipos auxiliares complica el desarrollo del mantenimiento y puesta a punto de las unidades estudiadas. Esto hace que se requiera de un correcto control de las reparaciones y para conocer los repuestos de mayor rotación que generen una parada inmediata del equipo.

En los gráficos 4.2 y 4.3 se muestra un descenso en el número de órdenes preventivas del periodo 2015 al 2016 en 3 unidades, si bien es cierto también la cantidad de órdenes totales descendió de 41 a 34 también, las intervenciones correctivas alcanzaron por encima del 85%, como lo muestra el gráfico 4.4.

Ante la situación actual relacionada con la capacitación relacionada con la operación y mantenimiento de los equipos que fue recibida por los operadores de los camiones, lo anterior deja al departamento de maquinaria bajo la utilización de catálogos y la experiencia del personal para la solución de las averías que se presenten, por lo que se hace necesario la transmisión del conocimiento relacionado con estos equipos incluyendo al personal de maquinaria.

Un dato que se evidencia es la inexistencia de inspecciones y órdenes de preventivas de mantenimiento relacionadas con los equipos auxiliares, por esta razón se hace necesario el replanteamiento del mantenimiento realizado en estos equipos para más detalles ver anexos del 1 al 8 en donde se encuentra detalle de las reparaciones realizadas en cada camión en cada periodo.

Si se extrae información de los gráficos 4.2 y 4.3, se puede indicar que los 2 equipos con más años de servicio (102-823 y 102-1016) concentran el 53% de las órdenes correctivas de los periodos analizados. Si este número de órdenes se relaciona con los costos de mantenimiento de estos 2 equipos en los periodos mencionados, se evidencia que la suma de ambos montos es \$63, 866,527.00 y corresponde al 71.8% del monto total invertido por el departamento de maquinaria.

Analizando la inversión realizada en ambos años para su mantenimiento en 2 unidades respecto su valor fiscal al 2017 mostrado en la tabla 4.6 para la unidad 102-823, se invirtió

6 veces su valor presente en el derecho de circulación, para el equipo 102-1016 fue de 3.28 veces. Sin embargo, ambos montos son solo una fracción del precio de un camión nuevo debido a su alto costo, lo cual lo que enfatiza en la importancia de la correcta utilización de los recursos de mantenimiento en las unidades presentes.

El análisis de criticidad realizado indica la necesidad brindó la cuantificación de la necesidad que se tiene de estos camiones para la atención del servicio de alcantarillado, Siendo que la falla de un solo camión lleva a la institución un 25% en la capacidad de respuesta para el servicio prestado en el alcantarillado sanitario para la GAM.

Los datos mostrados del TMEF de estos equipos en el 2015 son 1061.81 horas y en el TMEF 2016 son de 1208 horas. Siendo el TEMF en días para el periodo para el 2015 de 44.24 días y para el 2016 de 50.34 días respectivamente. Ambos datos dan el punto de partida para su posterior análisis una vez se implemente este plan de mantenimiento propuesto y el impacto en los tiempos y costos así como órdenes totales que se realicen.

CONCLUSIONES

Al finalizar la exposición del diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los camiones hidrovaciadores y un hidrolimpiador, mediante los métodos empleados y de acuerdo con la experiencia en proceso de desarrollo, se determinan las siguientes conclusiones:

1. No se contaba con un plan de mantenimiento preventivo específico para este tipo de unidad, por lo que fue necesario definir los diferentes sistemas pertenecientes a cada camión y a su equipo auxiliar para realizar un levantamiento de las distintas actividades preventivas necesarias, lo anterior con el fin de conformar un plan que se adecuará a las unidades hidrovaciadoras y un hidrolimpiador.
2. Se estableció a través de un diagnóstico detallado de cada camión que se cuentan con equipos que tienen entre 22 y 9 años de servicio. De los cuales solo uno tiene representación del fabricante de la marca del equipo auxiliar a nivel local y todos cuentan con representante del camión en el país. Respecto de la capacitación del personal del taller relacionada con los camiones, actualmente no les ha sido impartida una capacitación relacionada de los equipos hidrovaciadores e hidrolimpiador.
3. Se realizó la categorización de las fallas presentadas en cada camión para los periodos 2015 y 2016. Se evidenció que un porcentaje superior al 80% de los trabajos efectuados en las unidades corresponde a órdenes correctivas aumentando este valor por encima del 85% r en el año 2016. Además de las

unidades disponibles las 2 con más años de servicio concentran la mayor cantidad de fallas y recursos para su puesta a punto, además de que el 50% de las unidades están próximas a cumplir su vida útil estimada por los fabricantes siendo necesario mantener estos equipos bajo inspección constante con el fin de conocer el estado de la totalidad del camión. Es necesaria una estrategia para la valoración de adquirir unidades que sustituyan a las actuales o realizar mantenimientos restaurativos que alarguen la vida de los equipos.

4. Se estableció un cronograma de actividades preventivas que incluyen sus rutinas de inspección para la atención de los camiones y su equipo auxiliar específico así como su frecuencia y duración estimada. Fueron incluidas en el software de mantenimiento que se utiliza en AyA. Además se realizó un cuadro resumen de actividades anuales en un GANT que incluye a los 4 camiones el cual se entregó a la jefatura correspondiente.
5. En ambos periodos 2015 y 2016, se concluye que la mayoría de los recursos son ocupados para la corrección de fallas correctivas. Por lo que se requiere una migración a la prevención de la falla, siendo el coste de la implementación del plan de mantenimiento preventivo propuesto un porcentaje que oscila entre el 6 % y el 10% y del total de los presupuestos utilizados de los periodos analizados.
6. Las rutinas preventivas abarcaran como mínimo una duración 2.15 horas por equipo y hasta un máximo de 4.85 horas, permitiendo aprovechar las jornadas de 8 horas del personal del taller de maquinaria. Estas actividades pueden

realizarse inclusive los fines de semana ya que el personal de taller labora en roles de trabajo asignados.

7. La de inspección rutinaria de los equipos consta de ítems que conducen a la revisión rápida de los diferentes elementos y sistemas cada camión, pues de esta forma se podría identificar el inicio de una avería menor para la programación de la reparación que requiera y evitar que con el paso del tiempo se convierta en una avería mayor o grave, así además permitirá llevar el control del kilometraje y las horas de trabajo de cada máquina de esta forma programar los diferentes tipos de mantenimiento a desarrollar.
8. Con una correcta capacitación del personal técnico en los principios básicos del de mantenimiento preventivo, la programación del mantenimiento y las características de los equipos, fortalecerá y enriquecerán las observaciones que realicen durante sus labores, preventivas, beneficiando la programación y el enfoque de los mantenimientos correctivos, así como la mejora del plan preventivo propuesto.
9. El plan de mantenimiento propuesto es una herramienta clave que se debe seguir estrictamente realizando todos los procedimientos y recomendaciones descritos para cada equipo, logrando así mantenerla operativa y aprovechar al máximo la vida útil.

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere la determinación de un plazo específico una vez se implemente el plan propuesto para el análisis del impacto del plan de mantenimiento preventivo propuesto en costos, tiempo medio entre fallas. Se hace necesario además realizar una revisión semestral de las tareas para la actualización y mejora constante de las actividades preventivas.

2. Se sugiere la correcta utilización de las herramientas de control de tiempos improductivos del software de mantenimiento específicamente la fecha de cierre de los órdenes de trabajo para conocer los tiempos que se consumen en cada reparación específicamente, esto haría posible la tabulación de los datos para mantener un archivo detallado de los fallos de carácter correctivos pudiendo ser analizados con las observaciones realizadas en la ejecución del programa de tipo preventivo, información que será la base de la planificación de los mantenimientos restaurativos.

3. Entrenar al personal encargado respecto al mantenimiento preventivo para que sea capaz de realizar las tareas preventivas, el impacto de la correcta ejecución de las tareas y la importancia de respetar la frecuencia de cada rutina y la relevancia de estos equipos para la institución. Con esto se busca establecer un nivel de cumplimiento óptimo de las tareas preventivas.

4. Establecer en conjunto con el departamento de alcantarillado los periodos de intervención preventiva programada en los equipos, en búsqueda de respetar los tiempos de ejecución propuestos y las frecuencias de las rutinas para garantizar la frecuencia y continuidad del plan de mantenimiento.

5. Crear una bahía de inspección y lubricación con los implementos necesarios de servicio pesado para la atención de estos equipos.

6. Instaurar un programa de análisis de aceites en conjunto con el proveedor institucional de los mismos para la comprobación de los tiempos correctos de cambio y el aprovechamiento de los recursos de manera correcta.

8. Con el fin de no afectar el servicio que brinda el departamento de alcantarillado a través de los camiones hidrovaciadores e hidrolimpiador, se sugiere la adquisición de equipos para succión e hidrolimpieza de tipo remolque, siendo sus ventajas ser adaptables a cualquier todo terreno o camión de mediana capacidad para su traslado, son de menor coste y son capaces de llegar a lugares donde los camiones no tienen acceso por su tamaño esto para la continuidad de la atención a los usuarios caso de que se presente una avería en un camión. El costo de un equipo de succión portátil ronda entre los 45 y 60 millones de colones según la capacidad que se requiera y para el caso de un equipo de hidrolimpieza portátil su precio ronda entre los 20 y 40 millones de colones.

9. La atención de los equipos hidrovaciadores e hidrolimpiador se requiere de representantes a nivel local de la marca del camión y su equipo especial de cada unidad con la que se cuente, esto con el fin de facilitar la disponibilidad de repuestos y contar con asistencia técnica a la mayor brevedad posible. Ya que aunque se ejecute un correcto plan de mantenimiento se pueden generar fallas correctivas que necesiten atención especializada inmediata.

10. Se requiere de la inclusión del personal del taller de maquinaria en las capacitaciones que se llevan cabo cuando se adquiere un equipo hidrovaciador e

hidrolimpiador para que se realice la transmisión directa del conocimiento de las características operativas y de mantenimiento de las unidades.

BIBLIOGRAFÍA Y OTRAS FUENTES

1. Aquatech – Combination Jet/Vac System. (2017). Aquatechinc.com.
Consulta: 7 Marzo 2017. Disponible en <http://www.aquatechinc.com/>
2. AGUERO, M. y CALIXTO, I. (2007). Análisis De Criticidad Integral De Activos. R2M. S.A Reliability and Risk Management. Consulta: 20 Marzo 2017. Disponible en: <http://www.academia.edu/>
3. CAN BUS. (2017). 4.bp.blogspot.com.
Consulta: 7 Marzo 2017. Disponible en <http://www.4.bp.blogspot.com/>
4. Freightliner. (2017). www.freightliner.com.
Consulta 1 Marzo 2017. Disponible en <http://www.freightliner.com>.
5. Gestión del Mantenimiento I. (2010) (1st ed.). Zaragoza.
6. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). Metodología de la investigación (4a. ed.) (1st ed.). Distrito Federal: McGraw-Hill Interamericana.
7. Home | Super Products. (2017). Super Products.
Consulta 7 Abril 2017. Disponible en <http://www.superproductsllc.com/>
8. Inicio: SETEC. (2017). [Setec-cr.com](http://www.setec-cr.com).
Consulta 2 Marzo 2017. Disponible en <http://www.setec-cr.com/>
9. International Trucks. (2017). [Internationaltrucks.com](http://www.internationaltrucks.com). Consulta 1 Marzo 2017.
Disponible en <https://www.internationaltrucks.com/>
10. Mercedes Benz Actros. (2017). [Mercedes-benz.com](http://www.mercedes-benz.com).
Consulta 4 Marzo 2017. Disponible en <http://www.mercedes-benz.com/>
11. Norma COVENIN 3049-93. (1992) (1st ed.). CARACAS.
12. Pistarelli, A. (2010). Manual de mantenimiento (1st ed.). Buenos Aires: Pistarelli.

13. Superior Glass Works - High-Performance Composites and Fabrication. (2017). Superiorglassworks.com. Consulta 8 Marzo 2017, Disponible en <http://superiorglassworks.com>
14. Tamayo y Tamayo, M. (2003). El Proceso de la Investigación Científica (4th ed.). México: Editorial LIMUSA.
15. Utilities - RIVARD. (2017). RIVARD. Consulta 3 Marzo 2017. Disponible en <http://www.rivard-international.com/en/applications/utilities><http://www.4.bp.blogspot.com/>

ANEXOS

Anexo #1: Tabla resumen Camión 102-823 periodo 2015

Camión	Fecha	Tipo	Sistema
102-0823	23/03/2015	Correctivo	CH.
Detalle reparación			
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que el mismo presenta una aparente falla en el sistema eléctrico que impide la operación normal.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor AUTOSTAR Para que realizara la reparación respectiva, consistió en la reparación del defecto presente en la instalación eléctrica.</p>			
102-0823	14/04/2015	Correctivo	CH.
Detalle reparación			
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que el mismo presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal, el equipo presenta problemas en sistema de dirección.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor AutoStar S.A. Para que realizara la reparación respectiva, consistió en el cambio de barra de dirección y cremallera como tramado de vehículo y ajuste de rótulas</p>			
102-0823	15/04/2015	Correctivo	SH
Detalle reparación			
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que la unidad presenta problemas en el sistema hidráulico, evidenciándose en la fuga de fluido por algunas de sus mangueras, mismas que aparentemente deberán de cambiarse.</p> <p>DETALLE: Durante la inspección del equipo se logra determinar que efectivamente existe fugas en algunos de la mangueras, por lo que se deben de corregir con el cambio de las mismas, por lo que se adquieren con el proveedor Central de Mangueras S. A. y se realiza el trabajo con personal de la institución.</p>			

102-0823	22/04/2015	Correctivo	CH, TM, SE
Detalle reparación			
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que el mismo presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. Problema de frenado</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Roberto Picado Loría, Para que realizara la reparación respectiva, consistió en rectificación de tambores, cambio de fibras, ajustes de líneas de frenado, corrección de corto circuito en luces traseras, corrección de fugas de aceite en motor y combustible</p>			
102-0823	08/07/2015	Preventivo	TM
Detalle reparación			
<p>JUSTIFICACIÓN: Se determina que el equipo ha cumplido su recorrido de 34500 KILOMETROS y le corresponde el servicio de mantenimiento preventivo, por tal motivo se procede con la contratación para el servicio respectivo.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor REMACO. Para que realizara la reparación respectiva y filtros, revisión de engrase del sistema automático, purgar sistema de embrague.</p>			
102-0823	14/07/2015	Correctivo	TM
Detalle reparación			
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. Bota algunos cambios.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor AUTOSATR VEHICULOS para que realizara la reparación respectiva, consistió en la revisión y purga del sistema hidráulico general del embrague y el ajuste del varillaje de las palancas.</p>			
102-0823	22/07/2015	Preventivo	SU
Detalle reparación			
<p>JUSTIFICACIÓN: Cambio de aceite bomba de vacío/ Limpieza filtro Bomba de vacío.</p>			

102-0823	12/08/2015	Correctivo	SL
Detalle reparación			
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. Presenta fuga en la bomba de alta presión que impide que levante presión el sistema.</p>			
<p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Taller Artola para que realizara la reparación respectiva, consistió en el desarme de la bomba de alta presión, confección de las tapas de sellado de alta presión, donde se incluye empaquetaduras, luego se realiza el montaje y ajuste. Este tipo de trabajo es de mecánica de precisión, campo en el que este taller es experto y ha realizado esta operación en otras ocasiones con muy buenos resultados.</p>			

Anexo #2: Tabla resumen Camión 102-1016 periodo 2015

Camión	Fecha	Tipo	Sistema	Orden
102-1016	20/01/2015	Correctivo	SH	7006
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que la unidad presenta problemas en el sistema hidráulico, evidenciándose en la fuga de fluido por algunas de sus mangueras, mismas que aparentemente deberán de cambiarse.</p>				
<p>DETALLE: Durante la inspección del equipo se logra determinar que efectivamente existen fugas en algunos de las mangueras, por lo que se deben de corregir con el cambio de las mismas, por lo que se adquieren por medio del proveedor Central de Mangueras el día 21 de enero del presente y se realiza el trabajo con personal de la institución.</p>				
102-1016	14/04/2015	Correctivo	TM	7184
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. Equipo eleva la temperatura de motor fuera del rango de funcionamiento.</p>				
<p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Guido Segura Sánchez, el día 14 de abril del presente para que realizara el suministro respectivo del sensor en mal estado, mismo que es instalado por personal del taller.</p>				

102-1016	15/04/2015	Correctivo	SU/SL/SE	7189
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal Debido a fugas en el acople giratorio hidráulico del brazo superior del sistema de succión. Las puertas no cierran y tiene un derrame de aceite por debajo del tanque.</p>				
<p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Taller Artola para que realizara la reparación respectiva, consistió en la reparación del sistema de aire en el sistema de control de alta presión con lo que se corregía el sistema de succión, se debieron de cambiar los herrajes de las puertas en la parte interna y se cambia la bocina que no estaba sonando y la reparación de la bomba de agua de trasiego. Además, se realiza reparación del acople giratorio de la carrucha de la manguera de alta presión.</p>				
102-1016	21/04/2015	Correctivo	SE	7208
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema eléctrico que impide la operación normal. No acciona la bomba de alta presión.</p>				
<p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Oscar Molina Flores, el día 13 de abril del presente, para que realizara la reparación respectiva, consistió en la reparación del sistema eléctrico de control del panel, eliminando corto circuito del fusible principal.</p>				
102-1016	13/05/2015	Correctivo	TM	7359
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que el mismo presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. Fuga refrigerante por el bulbo de temperatura.</p>				
<p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor AutoStar vehículos s.a., el día 11 de mayo del presente para que realizara la venta del sensor respectivo, será montado por personal del taller de Maquinaria y equipo especial.</p>				
102-1016	15/05/2015	Preventivo		7518
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: Revisión previa a RTV. Por parte del personal de Taller AyA.</p>				

102-1016	22/06/2015	Correctivo	TM	7500
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACION: Se realiza cambio de tapa del enfriador de aceite, el cambio del refrigerante de motor. Fue necesario reparar la instalación eléctrica relacionada con los sensores de temperatura así como sustituir los mismos ya que se encontraban dañados .</p>				
102-1016	26/06/2015	Correctivo	CH/TM/SE	7485
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: Revisión previa a RTV. Por parte del personal de Taller AyA.</p> <p>El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. La unidad presenta problemas de frenos y se pierde el nivel de líquido refrigerante.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Roberto Picado para que realizara la reparación respectiva, consistió en la reparación de los frenos, para lo que se debió de desarmar y rectificar los tambores y fibras, así como el ajuste de las fibras en el sistema. Durante la reparación se logra identificar una rótula en mal estado, la cual comprometía el estado del equipo, se debe de cambiar y posterior se procedió con el tramado del equipo. Se hace ajuste en la caja de dirección para eliminar una fuga de aceite significativa. Se realiza reparación del sistema eléctrico, se tiene que cambiar algunos bombillos y un par de focos laterales. Se identifica que el problema de la pérdida de agua se debe a una perforación que se encontró en una tapa del motor que se debe de cambiar, como el equipo es Mercedes Benz, corresponde la importación del repuesto por parte del proveedor. Los elementos que se colocan nuevos son, la tapa del motor, el filtro de aceite que se contaminó en la reparación, bulbo de temperatura, líquido refrigerante (coolant) y focos laterales y algunos bombillos.</p>				
102-1016	08/07/2015	Preventivo	TM	7537
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: Se determina que el equipo ha cumplido su recorrido de 99400 Km y le corresponde el servicio de mantenimiento preventivo, por tal motivo se procede con la contratación para el servicio respectivo.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor DENNIS BARBOZA PALACIOS para que realizara la reparación respectiva, consistió en cambio de aceite de motor, filtro de aceite filtro de combustible, limpieza de filtro de aire.</p>				

102-1016	09/07/2015	Correctivo	SU	7545
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: Se solicita que se cambió en uno de sus camiones que se cambie el adaptador de mangueras de 3", para poder utilizar mangueras de 4", para lo que se hace necesaria la confección de los adaptadores.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor ACCESORIOS DISCOBRE S. A. para que realizara la reparación respectiva, consistió en la confección de flanger adaptadores para acoplar mangueras de 4" en lugar de las que se han usado con anterioridad de 3". El trabajo del montaje se realiza por administración.</p>				
102-1016	30/07/2015	Correctivo	TM	7641
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. El sistema auxiliar de la unidad no ingresa.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Vehículos Alemanes para que realizara la reparación respectiva, consistió en la reparación del embrague de acoplamiento del sistema auxiliar, mismo que debieron de desarmar, cambiar roles, retenedores y el plato de fibra del embrague, luego el alineamiento y acoplamiento del sistema.</p>				
102-1016	21/09/2015	Correctivo	SH	7840
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que la unidad presenta problemas en el sistema hidráulico, evidenciándose en la fuga de fluido por algunas de sus mangueras, mismas que aparentemente deberán cambiarse.</p> <p>DETALLE: Durante la inspección del equipo se logra determinar que efectivamente existe fugas en algunos de la mangueras, por lo que se deben de corregir con el cambio de las mismas, por lo que se adquieren por medio del proveedor Central de Mangueras S. A. y se realiza el trabajo con personal de la institución.</p>				

102-1016	20/11/2015	Correctivo	SH	7999
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. El sistema auxiliar superior está quebrado y se dobló.</p>				
<p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Taller Artola S. A. para que realizara la reparación respectiva, consistió en reparación de la base del plato giratorio de la torre de manipulación superior, base que controla el giro de la manguera de succión, misma que producto de un severo golpe, se dobló y el evento quebró un pistón hidráulico y doblo otro, por lo que ambos deben de cambiarse. Se encontró un desalineamiento en la mesa de giro que para corregirlo, se debió de cambiar las guías internas. También es necesario cambiar las cajas eléctricas que se reventaron en el impacto y se deben de cambiar. Asimismo, se cambia el control de nivel que se quebró y unas mangueras hidráulicas que presentaban falla agravada.</p>				

Anexo #3: Tabla resumen Camión 102-1020 periodo 2015

Camión	Fecha	Tipo	Sistema	Orden
02-1020	27/02/2015	Correctivo	TM/CB/SE / SL	7118
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. Presenta fugas de aceite detrás de la caja de transmisión.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Arnoldo Segura Fallas para que realizara la reparación respectiva, consistió en la reparación de las fugas de la caja de cambios, cambio de retenedores, desarme de cambio de roles de la toma de fuerza, empaque de la tapa porta retenedor, además se realiza reparación del arrancador, para corregir problemas de "la corona", se repara una válvula de bola de 3 vías, se empaca y cambio de bujes, se debe de cambiar el aceite de la transmisión, se cambia llavín y se repara los errajes de la puerta izquierda, se repara el forro de la puerta izquierda, la atención se realiza en el taller de la Uruca.</p>				
102-1020	06/05/2015	Correctivo	SL	7319
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que el mismo presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. La bomba para agua no levanta presión y presenta fuga expuesta.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Taller Artola S. A. para que realizara la reparación respectiva, consistió en la reparación general del sistema de bombeo, debiéndose de cambiar los émbolos internos y sellos de fricción que se encontraron desgastados, así como el cambio de los rodamientos del sistema. También se tiene que corregir el acople rápido de la carrucha de desenrolle de giro de la manguera de alta presión, rectificando la bocina internamente y cambiando los roles.</p>				

102-1020	19/06/2015	Correctivo	SL	7613
Detalle de reparación				
Taller AyA.Cambio de figuras de la bomba de agua de alta presión.				
102-1020	02/07/2015	Correctivo	SL	7506
Detalle de reparación				
Taller AyA Cambio de unión de la bomba de alta presión.				
102-1020	28/07/2015	Correctivo	SL	7635
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. La carrucha de la manguera de alta no levanta presión.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Taller Artola S. A. para que realizara la reparación respectiva, consistió en la reparación general del sistema de embobinado de la manguera de alta presión, debiéndose de cambiar el eje de la bomba principal, pues se quebró en el chavetero o cuña. Se debe de cambiar la cadena.</p>				
102-1020	10/08/2015	Correctivo	SE	7678
Detalle de reparación				
Taller AyA Cambio de Baterías				
102-1020	25/08/2015	Correctivo	SL	7720
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que la unidad presenta problemas en el sistema hidráulico, evidenciándose en la fuga de fluido por algunas de sus mangueras, mismas que aparentemente deberán de cambiarse.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Central de mangueras para que realizara la reparación respectiva, consistió en reparación de manguera de 1 pulgada, manguera de 1/2 pulgada, manguera de 3/4 de pulgada.</p>				

102-1020	02/09/2015	Correctivo	SL	7759
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. La carrucha de la manguera de alta no levanta presión.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Taller Artola S. A. para que realizara la reparación respectiva, consistió en la reparación general del sistema de embobinado de la manguera de alta presión, debiéndose de cambiar la cuña y cuñero del motor hidráulico, construcción de piñón de arrastre. Además, se reparan las aletas de fijación del tanque de agua. Se solda guía de alineamiento de manguera de alta.</p>				
102-1020	14/09/2015	PREVENTIVO	TM	7832
Detalle de reparación				
Taller AyA. Cambio de aceite y filtros				
102-1020	30/09/2015	Preventivo	TM/CB/SE	7848
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: Según el control interno, a la unidad le corresponde la Revisión Técnica Vehicular (RTV), por tal motivo y teniendo claro que se desconoce en detalle los alcances de lo que se debe de ejecutar para la obtención del certificado, se procede con la contratación del proveedor para ejecute lo necesario y obtenga el certificado (RTV)</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Multiservicios PH. para que realizara la reparación respectiva, consistió en preparar unidad para realizar prueba de RTV.</p>				

102-1020	06/11/2015	Correctivo	TM	7968
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. Las machas no entran, el embrague no reacciona.</p>				
<p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Arnoldo Fallas Segura. Para que realizara la reparación respectiva, consistió en desmontaje de caja de cambios, reparación de embrague con cambio de discos de fricción, cambio de rol de empuje y piloto, ajuste de caja y de embrague. Además, se debió de reparar e radiador, por problemas de calentamiento, se cambiaron los tanques laterales del panel del radiador, cambio de mangueras de aire y fiinería. Montaje de caja y alineamiento. El servicio se hizo en el plantel de AyA en calidad de emergencia. Se debe de cambiar la faja única del abanico, se repuso el líquido refrigerante.</p>				

Anexo #4: Tabla resumen Camión 102-1513 periodo 2015

Camión	Fecha	Tipo	Sistema	Orden
102-1513	25/02/2015	Preventivo	TM	7107
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: Basado en el control de recorrido del equipo en mención y verificando que el mismo ha cumplido más de 5000 kms, se requiera de la contratación del servicio respectivo para la unidad.</p>				
<p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor AUTOSTAR VEHICULOS para que realizara la reparación respectiva, consistió en el cambio de los aceites y filtros del equipo.</p>				

102-1513	20/04/2015	Correctivo	SL	7198
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que el mismo presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. El sistema hidráulico está muy lerdó y la manguera de alta presión no opera dentro de la alcantarilla.</p>				
<p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor AUTO STAR VEHÍCULOS S.A para que realizara la reparación respectiva, consistió en la reparación del sistema hidráulico, debiéndose de cambiar el aceite de la unidad y el filtro, pues se encontró sumamente obstruido, también se debió de cambiar la bomba hidráulica principal ya que los daños por desgaste eran irreparables, también la válvula reguladora de presión. Además, se hizo necesario hacer reparación de la carrucha de la manguera de desobstrucción de alta presión, debiéndose de cambiar las muñoneras de la carrucha y los roles guías, así como el cono guía de arrastre.</p>				
102-1513	20/04/2015	Correctivo	SL	7200
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que la unidad presenta problemas en el sistema hidráulico, evidenciándose en la fuga de fluido por algunas de sus mangueras, mismas que aparentemente deberán de cambiarse.</p>				
<p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Accesorios Discobre S.A. para que realizara la reparación respectiva, consistió en cambio de manguera de alto caudal del sistema hidráulico y cambio de tornillo de fijación.</p>				

102-1513	18/09/2015	Correctivo	SL	7838
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. Se da una pérdida de presión en el sistema de la bomba de alta presión.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Taller Artola, para que realizara la reparación respectiva, consistió en la reparación de la bomba de alta presión, donde se tienen que rectificar las cavidades de la carcasa, se fabrican las tapas de la bomba, tanto las grandes principales, como las laterales pequeñas, se confeccionan los sellos tipo arandela de las tapas en cobre, se cambian los sellos tipo V de los tres émbolos de la bomba y todos los anillos O de hule, todos el trabajo es realizado por el taller, tanto el desarme como los cambios.</p>				
102-1513	19/10/2015	Correctivo	TM, CH, SL	7913
Detalle de reparación				
<p>DETALLE: Mantenimiento Preventivo Cambio de manguera de descarga de tanque. Ajuste de Frenos</p>				
102-1513	21/10/2015	Correctivo	SU	7896
Detalle de reparación				
<p>DETALLE: Cambio de manguera de bomba de vacío.</p>				
102-1513	16/11/2015	Correctivo	SL	7995
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que la unidad presenta problemas en el sistema hidráulico, evidenciándose en la fuga de fluido por debajo del tanque de aguas negras, pero se desconoce el origen de la fuga.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Discobre para que realizara la reparación respectiva, consistió en el cambio de un tramo de manguera de trasiego de agua del tanque a la bomba de agua. Se evidenció que el mismo no eran aguas negras. Se utilizan las mismas gasas de la manguera anterior.</p>				

102-1513	20/11/2015	Correctivo	TM	8002
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que el mismo presenta una aparente falla en el sistema eléctrico que impide la operación normal. El equipo presenta alarmas en el panel del operador.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor AUTOSTAR VEHICULOS, el día 20 de noviembre del presente para que realizara la reparación respectiva, consistió en la verificación de los códigos de computadora, con lo que se logró determinar que se debió de ajustar los frenos y cambias la boya de nivel de combustible.</p>				
102-1513	26/11/2015	Correctivo	TM	8035
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema eléctrico que impide la operación normal. El equipo presenta alarmas en el panel del operador y sobre calienta en su operación.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor AUTOSTAR VEHICULOS, para que realizara la reparación respectiva, consistió en la verificación de los códigos de computadora, con lo que se logró determinar que se deben de cambiar las válvulas de aire del ventilador, la válvula de dos vías y la válvula de purga, así como el manto filtrante</p>				

Anexo #5: Tabla resumen Camión 102-823 periodo 2016

Camión	Fecha	Tipo	Sistema	Orden
102-0823	27/01/2016	Correctivo	SE	8239
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema eléctrico que impide la operación normal.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor ITM para que realizara la reparación respectiva, consistió en la reparación del sistema eléctrico de direccionales, debiéndose de cambiar la palanca</p>				

102-0823	08/02/2016	Correctivo	SN	8282
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. Fuga en manguera.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Firma Industrial para que suministrara uniones de acople rápido para la corrección de la fuga.</p> <p>El trabajo se realiza por parte del personal del taller de equipo.</p>				
102-0823	11/03/2016	Correctivo	SE	8418
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema eléctrico que impide la operación normal. El equipo no apagaba y se dio un corto que provocó humo en la cabina</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Oscar Molina para que realizara la reparación respectiva, consistió en la localización de la falla en el campo, pues el vehículo presentó el problema en vía pública, luego se debió de retirar el arnés completo del camión para cambiar todas las líneas dañadas en la falla, se corrigieron los cortos circuitos en la las luces y se cambiaron los fusibles fundidos. Se reparó el sistema de apagado, adaptándose un sistema electro neumático que originalmente era un sistema eléctrico solamente, pero falló sin posibilidad de reparación.</p>				
102-0823	29/03/2016	Correctivo	SU	8445
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que la unidad presenta problemas en el sistema hidráulico, evidenciándose en la fuga de fluido por algunas de sus mangueras, las cuales aparentemente deberán de cambiarse en el sistema auxiliar del camión, encontrándose además la válvula de succión bloqueada.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor CAYLOP Para que realizara la reparación respectiva, consistió en la confección de las empaquetaduras, la maneta y el eje de la válvula así como su acondicionamiento.</p>				

102-0823	29/03/2016	Correctivo	SU	8578
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que el mismo presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. Esto debido a que el equipo presenta daño y corrosión en los tornillos de una de las válvulas del sistema hidrovaciador.</p> <p>Se procede a contratar al proveedor Universal de tornillos, el día 12 de Abril del presente para que suministrara los tornillos necesarios para hacer la sustitución. El montaje y acondicionamiento del sistema se realiza por parte del personal del taller de maquinaria.</p>				
102-0823	04/04/2016	Correctivo	TM	8456
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que el mismo presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. Esto ya que el embrague del equipo auxiliar presenta defectos de acople dejando sin funcionamiento el sistema hidrovaciador.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor SERVIFLOTA, para que realizara la reparación respectiva, consistió en el cambio de las fajas en V, rodamientos, retenedores y la sustitución de los conjuntos de embrague, del sistema hidrovaciador así como la calibración, ajuste y puesta a punto de los mismos.</p>				
102-0823	18/04/2016	Preventivo	TM/CH/CB/ SE	8554
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: Según el control interno, a la unidad le corresponde la Revisión Técnica Vehicular (RTV) por tal motivo y teniendo claro que se desconoce en detalle los alcances de lo que se debe de ejecutar para la obtención del certificado, se procede con la contratación del proveedor para ejecute lo necesario y obtenga el certificado (RTV)</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Servicio Automotriz Sánchez, el día 26 de marzo del presente. Para que realizara la reparación respectiva, consistió en chequeo de niveles de aceite, revisión de frenos, revisión de luces, instalación de faldones preparar unidad para prueba de RTV.</p>				

102-0823	26/04/2016	Correctivo	SE	8641
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema eléctrico que impide la operación normal. Esto debido a que la luz de freno trasera y los direccionales no funcionan.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Oscar Molina para que realizara la reparación respectiva, consistió en la corrección del cortocircuito en la instalación eléctrica de los faroles traseros, el acondicionamiento de la misma así como la sustitución de los faroles quemados.</p>				
102-0823	11/05/2016	Correctivo	SU/SE	8750
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que el mismo presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. Pues presenta un fuerte ruido en la bomba de succión así como una fuga de agua por el acople de la manguera del sistema hidrolimpiador y la bocina del camión no funciona</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor CCR SEALING AND COATING, el día 11 de junio, para que realizara la reparación respectiva, consistió en la reparación completa de la bomba de succión, cambio de paletas, empaquetaduras y sellos. Se repara la válvula trasera del tanque, la bocina del camión acondicionándose además su instalación y se realiza la puesta a punto de la unidad.</p>				
102-0823	05/07/2016	Correctivo	SH/CH	8990
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que la unidad presenta problemas en el sistema hidráulico, evidenciándose en la fuga de fluido por algunas de sus mangueras, mismas que aparentemente deberán de cambiarse.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Mangueras Costa Rica, .Ya que en el equipo se logra determinar que efectivamente existen fugas en algunas de la mangueras, por lo que se deben de corregir con el cambio de las mismas, por lo que se adquieren y se realiza el trabajo con personal de la institución. Además, se adquieren los faldones de camión para re emplazo pues se encuentran rotos.</p>				

102-0823	23/08/2016	Correctivo	TM/CH/CB/SE	9188
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que el mismo presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. La unidad bota dos marchar y es complicado la aplicación del embrague.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor TECNOGRANDE del presente. Para que realizara la reparación respectiva, consistió en la reparación completa de la caja de cambios, sustitución del sincronizador dañado, cambio de los soportes reventados, la reparación completa del varillaje , la corrección de la falla en el freno de motor (pistón), la corrección de la fuga en el pistón de levante y el defecto en la bomba de levante, la sustitución del flexible de la mufla sí como los empaques de escape, colocación completa de las luces perimetrales que se encontraban quebradas., la sustitución del turbo que se encontró afectado, la sustitución del conjunto de embrague o clutch así como la sustitución completa de la caja de dirección que se encontraba fugando y la corrección en el sistema de frenos en todas las ruedas.</p> <p>Por tal motivo se genera la orden de trabajo 9188, la cual hace referencia al activo institucional (placa) 102-823, para que el proveedor proceda con la reparación.</p>				

Anexo #6: Tabla resumen Camión 102-1016 periodo 2016

Camión	Fecha	Tipo	Sistema	Orden
102-1016	10/03/2016	Correctivo	CB	8407
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. Golpe en la cabina.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor AutoStar, para que realizara la reparación respectiva, consistió en el cambio de los amortiguadores de suspensión de la cabina.</p>				
102-1016	25/04/2016	Correctivo	SC	8622
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema eléctrico que impide la operación normal. Ya que el sistema hidrovaciador no funciona, dejando inutilizado el equipo auxiliar.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Oscar Molina, para que realizara la reparación respectiva, consistió en la corrección del cortocircuito en el panel de control del sistema hidrovaciador así como la puesta a punto del sistema eléctrico del equipo auxiliar.</p>				

102-1016	09/05/2016	Correctivo	CB/SL/SU	8745
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal.</p> <p>Espejo retrovisor del lado del pasajero quebrado, carcasa plástica de foco izquierdo delantero se encuentra dañado.</p> <p>Nivel bajo del aceite en el sistema de alta presión.</p> <p>Cambio de acople del sistema de succión pasar de 3" a 4", ya que todas las mangueras las tenemos en 4".</p>				
102-1016	16/05/2016	Correctivo	SE	8762
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema eléctrico que impide la operación normal. Esto debido a que no se acopla la barra de transmisión del equipo auxiliar quedando inhabilitado el sistema hidrovaciador. Además, tiene encendidas varias luces en el panel de instrumentos.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor AUTOSTAR, el día 16 de Mayo del presente, para que realizara la reparación la cual consistió en el cambio del cuenta revoluciones, indicador de selección de marchas del panel de instrumentos, reparación de la unidad de control del sistema hidrovaciador, corrección de falla de electrónica en aceleración así como el defecto de acople de la toma de fuerza de la bomba, suministro del faro derecho defectuoso además de la puesta punto del panel de control del hidrovaciador y del camión.</p>				
102-1016	24/08/2016	Preventivo	CH/SE/TM	9199
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: Según el control interno, a la unidad le corresponde la Revisión Técnica Vehicular (RTV) por tal motivo y teniendo claro que se desconoce en detalle los alcances de lo que se debe de ejecutar para la obtención del certificado, se procede con la contratación del proveedor para ejecute lo necesario y obtenga el certificado (RTV)</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Tico Cluch, para que realizara la reparación respectiva, consistió en preparar la unidad para la prueba de RTV, para esto se requirió revisión completo del sistema de frenos para valorar fugas de aire en el sistema logrando determinar el acumulador de aire derecho frontal en mal estado, revisión del sistema eléctrico, confección de canasta de batería</p>				

102-1016	26/08/2016	Correctivo	Correctivo	9219
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que el mismo presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. Debido a que no funciona la selección de marchas de la transmisión impidiendo obtener reversa y la primera marcha.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor AutoStar, el día 25 de Agosto del presente, para que realizara la reparación respectiva en el diagnóstico y la corrección de la falla presente en el camión, requiriendo ser reprogramada las unidades de control de motor y de la transmisión inteligente para la corrección de sus valores base y puesta a punto del camión.</p>				
102-1016	13/09/2016	Correctivo	TM/SE	9541
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que el mismo presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. Debido a que se genera un fuerte golpe al descender las marcha de sexta a quinta.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor AutoStar, para que realizara la reparación respectiva en el diagnóstico, reparación y puesta a punto de la transmisión (Caja de cambios) electrónica por la falla en las marchas así como el acople de toma de fuerza para el equipo auxiliar el cual presentaba defecto dejando fuera de operación al sistema hidrovaciador, la sustitución de los aceites correspondientes. El conjunto de embrague se encontró desgastado por lo que fue necesario sustituirlo.</p> <p>Se sustituyeron los espejos retrovisores (Izquierdo y derecho) que se encontraban averiados.</p>				
102-1016	20/10/2016	Correctivo	SU/SL/CH	8832
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. Ya que el equipo no succiona ni tampoco eleva la presión además evidencia que los cajones de herramienta están perforados.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor TPM para que realizara la reparación respectiva consistió en la reparación de las bombas de alta presión y succión así como la confección de los cajones de la herramienta del equipo.</p>				

Anexo #7: Tabla resumen Camión 102-1020 periodo 2016

Camión	Fecha	Tipo	Sistema	Orden
102-1020	08/02/2016	Correctivo	SN	8283
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. El sistema auxiliar no opera.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Euro Técnica, para que realizara la reparación respectiva, consistió en el cambio del sistema neumático de mandos, el cual se encontró dañado he incompatible con algún tipo de reparación, por lo que se debió de cambiar por completo. El proveedor suple el repuesto completo.</p>				
102-1020	18/02/2016	Correctivo	SH	8309
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que la unidad presenta problemas en el sistema hidráulico, evidenciándose en la fuga de fluido por algunas de sus mangueras, mismas que aparentemente deberán de cambiarse.</p> <p>DETALLE: Durante la inspección del equipo se logra determinar que efectivamente existen fugas en algunos de las mangueras, por lo que se deben de corregir con el cambio de las mismas, por lo que se adquieren y se realiza el trabajo con personal de la institución.</p>				
102-1020	11/03/2016	Correctivo	SE	8420
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema eléctrico que impide la operación normal. Se apagaba en carretera.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Juan Carlos Murillo Luna, el día 11 de Marzo del presente, para que realizara la reparación respectiva, consistió en reparación del sistema de retroalimentación de control, se debió de cambiar el sensor de posición del árbol de levar, se ajustó la posición del lector en la palanca o brazo del pedal del acelerador, se calibra el equipo. La atención se realiza en el plantel Carlos Segura, en la Uruca.</p>				

102-1020	16/03/2016	Correctivo	SE	8432
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta aparentes problemas en el sistema de motor, que impiden la correcta operación de la unidad en cuestión. Se enciende la luz testigo de verificación motor y el equipo deja de acelerar en carretera.</p>				
<p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Arnoldo Fallas Segura el día 15 de Marzo del presente, para que realizara la reparación respectiva, consistió en corrección de falla de aceleración y puesta a punto del sistema de control electrónico del motor, se debió de cambiar el pedal de aceleración y realizar ajustes en el sensor de aceleración.</p>				

Anexo #8: Tabla resumen Camión 102-1513 periodo 2016

CAMION	FECHA	TIPO	SISTEMA	ORDEN
102-1513	08/04/2016	PREVENTIVO	CB/CH/SE	8472
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: Según el control interno, a la unidad le corresponde la Revisión Técnica Vehicular (RTV) por tal motivo y teniendo claro que se desconoce en detalle los alcances de lo que se debe de ejecutar para la obtención del certificado, se procede con la contratación del proveedor para ejecute lo necesario y obtenga el certificado (RTV)</p>				
<p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Multiservicios PH, para que realizara la reparación respectiva, consistió en revisión general del equipo, medición de gases, revisión de suspensión, ajuste de frenos, revisión de niveles de aceites, cambio de bombillos quemados e instalación de cinta reflectiva, dichos servicios para prueba de RTV.</p>				
102-1513	08/04/2016	CORRECTIVO	TM/SL7SH/SN	8474
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador reporta que el equipo una fuga de aceite debajo del camión así como baja presión ene sistema de alta presión.</p>				
<p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor SETEC para que realizara la reparación respectiva, consistió en la corrección de las presiones de operación del sistema hidráulico y neumático. Se realiza reparación de la barra de toma fuerza (PTO), se cambia retenedor de la toma fuerza, cambio de set de gasas y cambio del aceite de eje intermedio. Se realizan corrección del sistema eléctrico, eliminando falsos contactos en el panel de operación trasero.</p>				

102-1513	16/05/2016	CORRECTIVO	SL	8890
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. Esto debido a que la bomba de alta presión de agua presenta fugas por el pistón 1 y 3. Además el encarrilador de la manguera de 1 pulgada no funciona y mangueras con fuerte desgaste en sus acoples.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor CCR SEALNIG & COATING, . Para que realizara la reparación respectiva, consistió en la reparación completa de la bomba de alta presión, cambio de sellos, empaquetaduras, cambio de acople manguera de la carrucha auxiliar pequeña y el acondicionamiento del sistema. Reparación del sistema de alineamiento de la carrucha y lubricación de la misma así como la puesta a punto de la unidad.</p>				
102-1513	29/06/2016	CORRECTIVO	SL	8979
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que ll carrucha de la unidad se dobló y no gira.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor Taller TIARSA, para que realizara la reparación respectiva, consistió en el desarme de la carrucha que porta la manguera de alta presión, la misma permitió establecer que el material alcanzó su falla producto de los esfuerzos a los que se vio sometida por la misma operación de la manguera. Al doblarse el material de los lados, la misma se pega e impide el giro. Con la unidad trabada los seguros se vencen y la falla es imposible de corregir. De tal manera que se procede con la construcción de una carrucha en forma completa, cambiando seguros y guías y accesorios periféricos. Se debe de cambiar manómetro del sistema hidráulico y las guías tensoras. Se debe de reponer el aceite hidráulico perdido en el sistema, producto del desacoplamiento del motor hidráulico. Además, se cambia la manguera inferior de trasiego de agua hacía la bomba de alta presión, misma que presentaba una severa fuga que podría comprometer la operación del sistema.</p>				
102-1513	09/08/2016	CORRECTIVO	TM	9459
Detalle de reparación				
Taller AyA Reparación de placa protectora de válvulas.				

102-1513	22/09/2016	CORRECTIVO	CB	9262
Detalle de reparación				
<p>JUSTIFICACIÓN: El operador del equipo reporta que presenta una aparente falla en el sistema mecánico que impide la operación normal. Esto debido a que el camión presenta una entrada de agua a la cabina que pone en riesgo los elementos electrónicos de control del camión.</p> <p>DETALLE: Se procede a contratar al proveedor GED SOLUTIONS, para que realizara la reparación respectiva, consistió en la aplicación de un revestimiento de poliurea para la corrección de una entrada de agua que comprometía la operación del camión hidrovaciador.</p>				

Anexo #9: Inspección dinámica hidrolimpiadora

Departamento Gestión de equipamiento Operativo							
Frecuencia Mensual							
Fecha	Encargado (s)	Supervisa					
Operador	Camión placa	Kilometraje					
SISTEMA	Código	PARTE	CRITERIO	Bueno	Regular	Reparar	Tiempo (Minutos)
TREN MOTRIZ	TM-01	Motor estado de la temperatura	Mantiene la temperatura bajo operación.				10
	TM-02	Motor sonido normal de operación	Presencia sonidos anormales en				10
	TM-03	Freno de motor	Comprobación de funcionamiento.				5
	TM-04	Embrague	Acople y desacople del embrague				10
	TM-05	Transmisión	Acople de marchas correcto				10
	TM-06	Ejes	Sonidos/ vibraciones anormales durante marcha				10
	TM-07	Diferenciales	Sonidos/ vibraciones anormales durante marcha				10
	TM-08	Dirección	Sonidos/ vibraciones anormales durante marcha				10
	TM-09	Toma de fuerza	Acople y desacople sin ruidos				5
CHASIS	CH-01	Dirección	Sonidos/ tirones / vibraciones durante marcha				10
	CH-02	Frenos	Sonidos/ tirones / vibraciones durante marcha				10
	CH-03	Suspensión	Sonidos/golpes/tirones/vibraciones durante				5
CABINA	CB-01	Ruidos cabina	Funcionamiento de instrumentos en marcha				5
	CB-02	Funcionamiento retrovisores	Funcionamiento durante la marcha				5
	CB-03	Palanca multifunción para asientos	Funcionamiento durante la marcha				5
	CB-04	Sellos cabina	Ingreso de agua/calor al habitáculo				5
ELÉCTRICO	SE-01	Cuadro de instrumentos	Funcionamiento de instrumentos en marcha				5
	SE-02	Cuadro de instrumentos	Códigos de avería durante la marcha				5
	SE-03	Palanca multifunción de luces	Funcionamiento durante la marcha				5
	SE-04	Selectores de instrumentos	Funcionamiento durante la marcha				5
HIDRO LIMPIADOR	AP-01	Bomba AP	Fugas/Sonidos/ vibración durante marcha				5
	AP-02	Compartimento de agua	Sin fugas				5
	AP-03	Prefiltro o llenado	Limpio y sin fugas				5
	AP-04	Valvula de bola en succión	Apertura y cierre/sin fugas				5
	AP-05	Filtro de alimentación de la bomba AP	Limpio y sin fugas				5
	AP-06	Manómetro de presión	Indicador de presión en operación (0-180 Bar)				5
	AP-07	Regulador de la presión	Regulación en operación entre (0-180 Bar)				5
	AP-08	Acoples giratorios	Operación sin fugas durante operación				5
	AP-09	Indicador de Nivel	Indicación sin fugas durante operación				5
	AP-10	Estanqueidad de tanque	Sin fugas durante operación				5
	AP-11	Valvulas de carga y descarga de agua	Apertura completa y cierre sin fugas				5
ÓLEO HIDRÁULICO	SH-01	Sistema Hidráulico	Operación sin fugas durante operación				5
	SH-02	Sistema Hidráulico	Operación del brazo superior				5
	SH-03	Bomba de alta presión/mangueras	Operación sin fugas durante operación				5
NEUMÁTICO	SN-01	Sistema neumático	Control de la presión/sin fugas				5
CONTROL DE EQUIPO AUXILIAR	SC-01	Tablero de comando	Funcionamiento de botones de selección				5
	SC-02	Tablero lateral	Funcionamiento de luces indicadoras				5
	SC-03	Electroválvula Bomba AP	Revisar correcto funcionamiento				3
	SC-04	Electroválvula Regulación AP	Revisar correcto funcionamiento				3
	SC-07	Horámetro Bomba AP	Revisar correcto funcionamiento/ tomar dato				3
	SC-09	Cableado	Revisar conexiones y posibles fallos				10
Detalle				Total		249	
Bueno: Se refiere a un estado sin fallas.				Horas		4,15	
Regular Se refiere a que se presentaron situaciones que pueden comprometer la operación del sistema							
Reparar: Se refiere a que se presenta (n) falla (s) que impide(n) el funcionamiento del sistema y requiere							

Anexo #10: Rutina de inspección estática camión hidrolimpiador.

Rutina de inspección estática Camión hidrolimpiador				
Fecha	Inspector			
Equipo	Gestión de equipamiento			Operativo
Kilometraje	Bueno	Regular	Reparar	Tiempo (Minutos)
Verificar sistema de escape/fugas				3
Verificar sistema de inyección diesel				3
Verificar fugas de combustible				3
Verificar sistema de iluminación (Faros).				3
Verificar señales, luz de posición, reversa, direccionales				3
Revisar códigos de avería tablero.				3
Verificar relojes, manómetros.				3
Verificar condiciones de pedales				3
Verificar condiciones de frenos/entrampe/fugas de aire				3
Verificar sistema limpiaparabrisas				3
Verificar aire acondicionado				3
Filtros de a/c				3
Verificar horometro/ instrumentos				3
Revisar estado de asiento (s)				3
Verificar sistema de dirección				3
Verificar filtros de aire				3
Verificar estado de correas/fajas de accesorios				3
Verifica/rellenar refrigerante (fugas)				3
Verificar niveles de aceite motor/rellenar				3
Verificar niveles de aceite de diferenciales				10
Verificar niveles de aceite de caja (fugas).				10
Verificar condiciones de llantas				5
Verificar tacos de rana/pernos.				3
Inspección estado de engrase				2
Cobertores y sujeción batería				2
Verificar estado de vida de la batería %				2
Voltaje de generación				2
Apertura/ cierre de ventanas				2
Estado de parabrisas				2
Estado vidrios				2
Estado de retrovisores				2
Apertura y cierre de puertas				2
Acople de toma de fuerza transmisión				2
Funcionamiento acople bomba				2
Revisar/ rellenar nivel aceite bomba de alta presión				5
Estado de indicadores sistema alta presión				2
Revisar/llevar nivel de aceite hidráulico equipo auxiliar				2
Revisar mangueras hidráulicas/pistones				5
Otros	Operador			
Observaciones			Total	128
			Horas	2,13333333

Anexo #11: Inspección dinámica hidrovaciador.

Inspección Dinámica Camión hidrovaciador							
Departamento Gestión de equipamiento Operativo							
Frecuencia Mensual							
Fecha	Encargado (s)	Supervisa					
Operador	Camión placa	Kilometraje					
SISTEMA	Código	PARTE	CRITERIO	Bueno	Regular	Corregir	Tiempo estimado
TREN MOTRIZ	TM-01	Motor estado de la temperatura	Mantiene la temperatura bajo operación.				10
	TM-02	Motor sonido normal de operación	Presencia sonidos anormales en				10
	TM-03	Motor sonido normal de operación	Presencia sonidos anormales en				5
	TM-04	Embrague	Acople y desacople del embrague				10
	TM-05	Transmisión	Acople de marchas correcto				10
	TM-06	Ejes	Sonidos/ vibraciones anormales durante marcha				10
	TM-07	Diferenciales	Sonidos/ vibraciones anormales durante marcha				10
	TM-08	Toma de fuerza	Acople y desacople sin ruidos				10
CHASIS	CH-01	Dirección	Sonidos/ tirones / vibraciones durante marcha				5
	CH-02	Frenos	Sonidos/ tirones / vibraciones durante marcha				10
	CH-03	Suspensión	Sonidos/golpes/ tirones / vibraciones durante				10
CABINA	CB-01	Ruidos cabina	Funcionamiento de instrumentos en marcha				5
	CB-02	Funcionamiento retrovisores	Funcionamiento durante la marcha				5
	CB-03	Palanca multifunción	Suspensión/golpes/ruidos				5
	CB-04	Asientos	Funcionamiento suspensión				5
	CB-05	Sellos cabina	Ingreso de agua/calor al habitáculo				5
ELÉCTRICO	SE-01	Cuadro de instrumentos	Funcionamiento de instrumentos en marcha				5
	SE-02	Cuadro de instrumentos	Códigos de avería durante la marcha				5
	SE-03	Palanca multifunción de luces	Funcionamiento durante la marcha				5
	SE-04	Selectores de instrumentos	Funcionamiento durante la marcha				5
SUCCIÓN	SU-01	Filtro de succión	Limpieza/ Sello hermético				5
	SU-02	Filtro de succión secundario	Limpieza/ Sello hermético				5
	SU-03	Válvula tipo bola aspiración posterior	Apertura completa y cierre sin fugas				5
	SU-04	Válvulas aspiración superior	Apertura completa y cierre sin fugas				5
	SU-05	Vacuometro/Manometro de presión	Indicador de presión en operación (-1 Bar/1.5 Bar)				5
	SU-06	Estanqueidad de tanque	Sin fugas durante operación				5
	SU-07	Indicador de Nivel	Indicación sin fugas durante operación				5
	SU-08	Bomba de vacío/Compresor de lobulos	Fugas/Sonidos/ vibracion durante marcha				5
	SU-09	Temperatura Bomba de vacío ó	Temperatura entre 60 y 75 grados Celsius.				5
	HIDRO LIMPIADOR	AP-01	Bomba AP	Fugas/Sonidos/ durante marcha			
AP-02		Compartimiento de agua	Sin fugas				5
AP-03		Prefiltro o llenado	Limpio y sin fugas				5
AP-04		Valvula de bola en succión	Apertura y cierre/sin fugas				5
AP-05		Filtro de alimentación de la bomba AP	Limpio y sin fugas				5
AP-06		Manómetro de presión	Indicador de presión en operación (0-180 Bar)				5
AP-07		Regulador de la presión	Regulación en operación entre (0-180 Bar)				5
AP-08		Acoples giratorios	Operación sin fugas durante operación				5
AP-09		Indicador de Nivel	Indicación sin fugas durante operación				3
AP-10		Estanqueidad de tanque	Sin fugas durante operación				3
AP-11		Valvulas de carga y descarga de	Apertura completa y cierre sin fugas				3
ÓLEO HIDRÁULICO	SH-01	Sistema Hidráulico	Operación sin fugas durante operación				10
	SH-02	Sistema Hidráulico	Operación del brazo superior				5
	SH-03	Bomba de alta presión	Operación sin fugas durante operación				5
NEUMÁTICO	SN-01	Sistema neumático	Control de la presión/sin fugas				5
CONTROL DE EQUIPO AUXILIAR	SC-01	Tablero de comando	Funcionamiento de botones de selección				5
	SC-02	Tablero lateral	Funcionamiento de luces indicadoras				5
	SC-03	Electroválvula Bomba AP	Revisar correcto funcionamiento				3
	SC-04	Electroválvula Succión superior	Revisar correcto funcionamiento				5
	SC-05	Electroválvula Succión/Rechazo	Revisar correcto funcionamiento				3
	SC-06	Horámetro Bomba AP	Revisar correcto funcionamiento/ tomar dato				3
	SC-07	Horámetro Bomba vacío	Revisar correcto funcionamiento y tomar dato				3
	SC-08	Cableado	Revisar conexiones y posibles fallos				3
				Total			291
				Horas			4,85
Detalle							
Bueno: Se refiere a un estado sin fallas.							
Regular: Se refiere a que se presenta(n) situación(es) que pueden comprometer la operación del							
Corregir: Se refiere a que se presenta (n) falla (s) que impide(n) el funcionamiento del sistema y requiere reparación inmediata.							

Anexo #12: Rutina de inspección gestión del equipamiento operativo camiones hidrovaciadores

Rutina de inspección gestión de equipamiento operativo Camiones hidrovaciadores				
Fecha	Inspector			
Equipo	Gestión de equipamiento Operativo			Tiempo (Minutos)
Kilometraje	Bueno	Regular	Reparar	
Verificar sistema de escape/fugas				3
Verificar sistema de inyección diesel				3
Verificar fugas de combustible				3
Verificar sistema de iluminación (faros)				3
Verificar señales, luz de posición, reversa, direccionales				3
Verificar el sistema de arranque				3
Revisar códigos de avería tablero.				3
Verificar relojes, manómetros.				3
Verificar condiciones de pedales				3
Verificar condiciones de frenos/entrampe/fugas aire				3
Verificar sistema limpiaparabrisas				3
Verificar aire acondicionado				3
Filtros de a/c				3
Verificar horometro/ instrumentos				3
Revisar estado de asiento (s)				3
Verificar sistema de dirección				3
Verificar filtros de aire				3
Verificar estado de correas/fajas de accesorios				3
Verificar refrigerante (fugas)				3
Verificar nivel de aceite motor/Fugas/rellenar/cantidad				3
Verificar niveles de aceite de diferenciales/fugas				10
Verificar niveles de aceite de caja (fugas).				10
Verificar condiciones de llantas				5
Verificar tacos de rana/pernos.				3
Inspección de engrase				2
Cobertores y sujeción batería				2
Verificar estado de vida de la batería %				2
Voltaje de generación				2
Apertura cierre de ventanas				2
Estado de parabrisas				2
Estado vidrios				2
Estado de retrovisores				2
Apertura y cierre de puertas				2
Acople de toma de fuerza transmisión				2
Funcionamiento acople bombas				2
Sistema de control equipo auxiliar				2
Revisar/rellenar nivel aceite bomba succión				5
Revisar/ rellenar nivel aceite bomba de alta presión				5
Estado de indicadores sistema succión				2
Estado de indicadores sistema alta presión				2
Nivel de aceite hidráulico equipo auxiliar				2
Revisar mangueras hidráulicas/pistones				2
Otros	Operador			5
Observaciones			Total	135
			Horas	2,25