



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADAS EN EL CICLO DE DEMING PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERATIVOS EN LA EMPRESA TECNOLOGÍAS INTEGRALES EN LUBRICACIÓN S.A.C.”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Junior Alexis Lopez Iquiapaza

Asesor:

MBA Ing. Juan Alejandro Ortega Saco

Lima - Perú

2021

DEDICATORIA

Dedicado de manera muy especial a mi hermano Elvis
por su apoyo incondicional por inculcar en mi
responsabilidad, respeto y deseos de superación, su gran
corazón me llevan a admirarlo cada día más.

A mis padres por ofrecerme mucho amor y forjarme
como la persona que soy en la actualidad.

Junior Alexis López Iquiapaza.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme sabiduría y ser la luz que
guía mi camino cada día de mi vida.

A la Universidad Privada del Norte por haber
permitido mi formación y ser participe en ella.

Agradezco al asesor MA Ing. Juan Alejandro Ortega
Saco por compartir sus conocimientos, por su constante
motivación y paciencia para lograr la culminación
exitosa del presente trabajo.

A la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación
S.A.C por darme la confianza y facilidades de
permitirme realizar el presente trabajo.

Junior Alexis López Iquiapaza

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ECUACIONES	ix
RESUMEN EJECUTIVO.....	x
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	17
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	45
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	74
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	119
REFERENCIAS	123

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Etapas del ciclo PHVA</i>	34
Tabla 2. <i>Factores de evaluación de los problemas</i>	57
Tabla 3. <i>Resultados de la aplicación de la matriz de enfrentamiento:</i>	58
Tabla 4. <i>Escala de consecuencias</i>	59
Tabla 5. <i>Matriz de evaluación de problemas.</i>	63
Tabla 6. <i>Presupuesto de gastos por uso de lubricantes</i>	66
Tabla 7. <i>Resultados de la aplicación de la técnica de grupo nominal para evaluar los problemas de los subprocesos de mantenimiento.</i>	71
Tabla 8. <i>Matriz de los porqué para evaluar los factores que inciden en los altos costos de mantenimiento en los servicios de lubricación.</i>	73
Tabla 9. <i>Cálculo de los índices de mantenimiento de la empresa año 2019.</i>	76
Tabla 10. <i>Flujo de efectivo de la empresa año 2019 (antes de la implementación).</i>	78
Tabla 11. <i>Comparación entre las propuestas de mejora y las alternativas de solución en la gestión de mantenimiento para reducir los costos operativos de la empresa</i>	79
Tabla 12. <i>Desarrollo de la Matriz FACTIS para la evaluación y selección de la propuesta de solución.</i>	82
Tabla 13. <i>Cronograma del ciclo de Deming para la implementación de mejoras en la gestión de mantenimiento basadas en el ciclo de Deming para reducir los costos operativos en la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C.</i>	85
Tabla 14. <i>Asignación de responsabilidades y metas.</i>	87
Tabla 15. <i>Estimación de costos de inversión.</i>	89
Tabla 16. <i>Elaboración de los procedimientos de lubricación.</i>	94
Tabla 17. <i>Plan de capacitación al personal.</i>	99

Tabla 18. <i>Presupuesto de gastos por uso de lubricantes año 2020.</i>	107
Tabla 19. <i>Cálculo de los índices de mantenimiento de la empresa año 2020.</i>	108
Tabla 20. <i>Impacto financiero de los indicadores de mantenimiento.</i>	109
Tabla 21. <i>Flujo de efectivo año 2020 (después de la implementación).</i>	110
Tabla 22. <i>Variaciones en los indicadores de mantenimiento antes y después de la implementación.</i>	111
Tabla 23. <i>Variaciones en los indicadores de costos operacionales antes y después de la implementación.</i>	112
Tabla 24. <i>Proyección comparativa de los ahorros por consumo de lubricante (sin implementación y con implementación)</i>	113
Tabla 25. <i>Análisis marginal del impacto de la liquidez e indicadores: VAN, TIR y beneficio/costo</i>	115
Tabla 26. <i>Cálculo del tiempo de recuperación de la inversión</i>	116
Tabla 27. <i>Actividades relacionadas con la fase Actuar en las mejoras en la gestión de mantenimiento para reducir los costos operativos en la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C.</i>	117

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Ubicación geográfica donde se llevó a cabo la experiencia profesional.....	11
<i>Figura 2.</i> Técnico revisando el sistema de microfiltración Puradyn	14
<i>Figura 3.</i> Sistema de microfiltración Puradyn	14
<i>Figura 4.</i> Bus ubicado en el cárcamo de mantenimiento	15
<i>Figura 5.</i> Proceso de mantenimiento mediante sistema de microfiltración	15
<i>Figura 6.</i> Proceso de mantenimiento mediante sistema de microfiltración	15
<i>Figura 7.</i> Organigrama de la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C.	16
<i>Figura 8.</i> Fases del proceso de toma de decisiones para la gestión de mantenimiento	28
<i>Figura 9.</i> Representación de la gráfica de estratificación	37
<i>Figura 10.</i> Representación de Histograma.....	38
<i>Figura 11.</i> Modelo de hoja de verificación.....	39
<i>Figura 12.</i> Modelo de diagrama de causa y efecto	40
<i>Figura 13.</i> Modelo de diagrama de Pareto.....	41
<i>Figura 14.</i> Modelo de gráfico de control	42
<i>Figura 15.</i> Diagrama de afinidad del proceso de identificación del problema y causa raíz.	52
<i>Figura 16.</i> Problemas específicos asociados a la gestión de mantenimiento por lubricación.	53
<i>Figura 17.</i> Cursograma analítico de proceso inicial.	55
<i>Figura 18.</i> Diagrama de Ishikawa o de causa y efecto de los elementos que inciden en los altos costos de mantenimiento.....	69
<i>Figura 19.</i> Diagrama de Pareto de priorización los elementos que inciden en los métodos actuales de lubricación.	72

<i>Figura 20.</i> Actividades de la Fase I del ciclo de Deming: Planear en las mejoras de la gestión de mantenimiento de la empresa.	74
<i>Figura 21.</i> Diagrama de proceso del cambio de aceite de motor.....	91
<i>Figura 22.</i> Diagrama de proceso del cambio de filtro de aceite de motor.	92
<i>Figura 23.</i> Diagrama de proceso del cambio de filtro Puradyn motor	93
<i>Figura 24.</i> Formato plan de mantenimiento- cambio de aceite motor.....	95
<i>Figura 25.</i> Formato plan de mantenimiento – cambio filtro de aceite.....	96
<i>Figura 26.</i> Formato plan de mantenimiento- mantenimiento Puradyn.....	97
<i>Figura 27.</i> Actividades de la Fase II del ciclo de Deming: Hacer las mejoras de la gestión de mantenimiento de la empresa.	98
<i>Figura 28.</i> Implementación del nuevo proceso de microfiltración en las unidades	101
<i>Figura 29.</i> Formulario de cambio de aceite motor completado por el técnico.	102
<i>Figura 30.</i> Formulario de cambio de filtro de aceite motor completado por el técnico. ...	103
<i>Figura 31.</i> Formulario de cambio de filtro de aceite motor completado por el técnico ...	104
<i>Figura 32.</i> Técnico llenando los formularios de mantenimiento.	105
<i>Figura 33.</i> Cursograma analítico de proceso implementado.	106

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Indicador de confiabilidad (Tiempo medio entre fallos MTBF).....	31
Ecuación 2. Indicador de mantenibilidad (Tiempo medio de reparaciones MTTR).....	31
Ecuación 3. Indicador de disponibilidad	32

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tuvo como objetivo mostrar los resultados de una experiencia laboral orientada a implementar mejoras en la gestión de mantenimiento basadas en el ciclo de Deming para reducir los costos operativos en la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C. A partir de la situación inicial detectada, en la cual había un alto consumo de lubricantes que incidía en la eficiencia operativa y en el incremento de los costos de la empresa. Al evaluar las opciones que podrían contribuir a mejorar el problema, se decidió por la actualización de los métodos de lubricación a tecnologías más eficientes, mediante la implementación del sistema de microfiltración. Una vez implementada la mejora, se alcanzó la reducción del 59.54% por consumo de lubricante (de S/. 259,385.53 hasta S/. 104,949.80 a finales de 2020), tuvo un impacto positivo en la reducción en S/. 146,088.10 en el total de costos operacionales (de S/.545,330.50 en 2019 hasta S/.399,242.40 en 2020), para una disminución del 26.79%, así como una reducción de 47.44% en los costos de venta. En lo que respecta a los indicadores de mantenimiento, se observó una reducción el número de fallas, las cuales pasaron de 50 en el periodo de observación inicial a 28 al final del año posterior a la implementación, lo que implica una reducción del 44% en las fallas de las unidades ocasionadas por lubricación.

Palabras clave: gestión de mantenimiento, mejora continua, sistema de microfiltración, ciclo de Deming.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Contexto de la experiencia profesional

La empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C. es una empresa innovadora en servicios de mantenimiento fundada el 13 de setiembre de 2010. Surgió con la intención de desarrollar una empresa que pudiera proveer de productos con tecnología de punta orientados a reducir los efectos de impacto ambiental, así como disminuir los costos de operación y mantenimiento en las diversas áreas de las industrias, también ofrecer servicios integrales de mantenimiento en lubricación. Su domicilio fiscal es: Jirón Fray Luis de León 837 Segundo piso Urb. San Borja - San Borja, Lima, mientras que las operaciones técnicas se llevan a cabo en Av. Los Incas cuadra 4, cruce con Av. Universitaria, Comas, Lima. El Registro Único de Contribuyente es 20537427427. La localización geográfica se muestra en la figura 1:

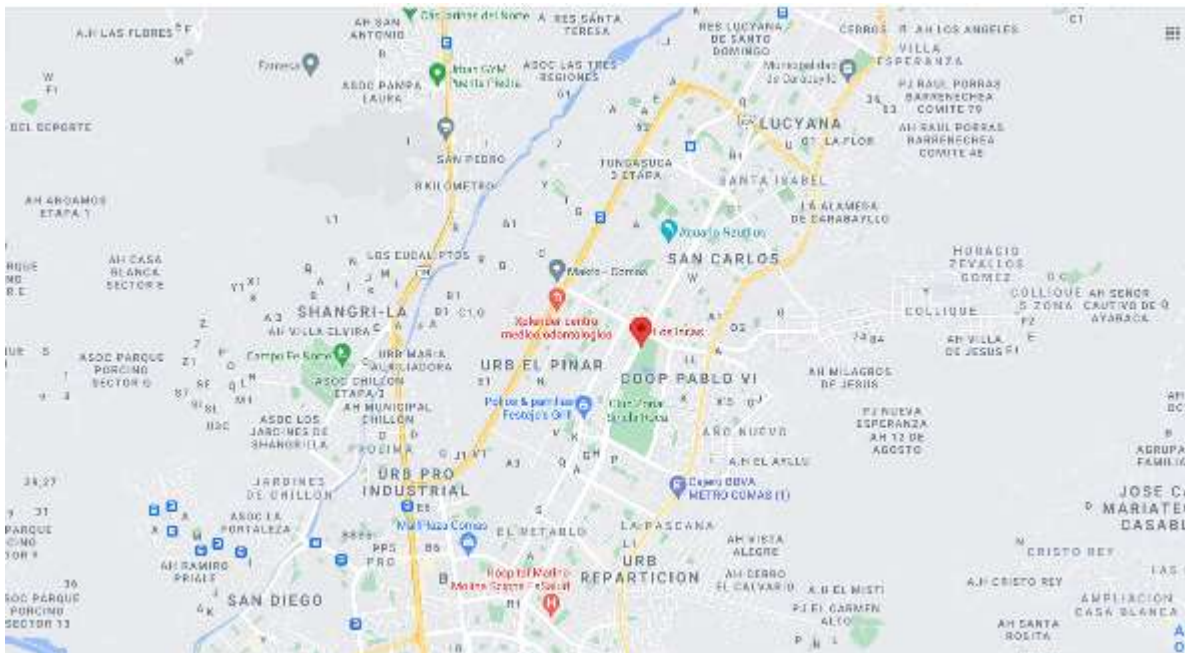


Figura 1. Ubicación geográfica donde se llevó a cabo la experiencia profesional

1.2. Misión

La misión de la empresa es: “Satisfacer las necesidades de nuestros clientes brindándoles productos de calidad con tecnología de punta, reduciendo el impacto ambiental, y con un excelente servicio”.

1.3. Visión

La visión de la empresa es: “Ser reconocidos como una empresa líder en la comercialización de productos con tecnologías de punta orientadas a reducir el impacto ambiental, los costos de operación y mantenimiento a nivel nacional”.

1.4. Productos y servicios que ofrece la organización

En la actualidad, la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C. trabaja de manera exclusiva con el sistema de transporte Metropolitano de Lima, como proveedor de mantenimiento de las flotas de unidades de transporte. Para este propósito, utiliza el sistema de microfiltración Puradyn©, el cual se instala en paralelo con el filtro de aceite convencional y actúa sobre el aceite a medida que este fluye a través de él. Este proceso requiere el buen estado de los componentes, piezas y accesorios que el sistema cuenta, para ello se determina un plan de mantenimiento del sistema Puradyn.

Los Sistemas de Tecnología Nuevo Milenio (MTS) ofrece la misma filtración de aceite micro fina de los modelos de la industria conocidos como TF y PFT, pero con un realzamiento para remover contaminantes de agua por medio de la tecnología polímero. El MTS es un sistema de bypass de alta-eficiencia multi etapa diseñada para motores para remover contaminantes por debajo de un micrón, contaminantes líquidos y repone aditivos base mediante nuestra patentada liberación de aditivos para mantener el balance químico del aceite.

El MTS Puradyn es un modelo robusto el cual viene equipado con un soporte de montaje para una mejor estabilidad. Esta configuración trabaja particularmente bien manteniendo los requerimiento de un nuevo motor. En conjunción con el filtro de flujo completo, el MTS Puradyn mantiene el aceite continuamente limpio y por eso maximiza la vida del motor.

Con este método de trabajo se obtienen los siguientes beneficios: a) el equipo siempre está trabajando constantemente con aceite limpio; b) reduce deterioro del motor; c) mejora la disponibilidad del equipo - disminuye el tiempo de inactividad y d) extiende la vida del motor alargando el tiempo para la restauración.

Otro servicio ofrecido es el de laboratorio de análisis de aceite. Una muestra de aceite lubricante también lleva valiosísima información acerca del funcionamiento de los componentes internos de un motor (o sistema analizado) además del estado del mismo lubricante.

Un correcto y oportuno análisis de aceites lubricantes, le permite obtener valiosa información que puede ser de vital importancia para la toma de decisiones al respecto de costos, gastos, estado y posibles inversiones de mantenimiento. Para ello la empresa cuenta con un moderno equipo analizador de aceite capaz de obtener: viscosidad a 100°C; viscosidad a 40°C, conteo de partículas (ISO 4406), infrarrojo (hollín, glicol, oxidación, nitración, TBN) y conteo de metales de desgaste y aditivos.



Figura 2. Técnico revisando el sistema de microfiltración Puradyn



Figura 3. Sistema de microfiltración Puradyn



Figura 4. Bus ubicado en el cárcamo de mantenimiento



Figura 5. Proceso de mantenimiento mediante sistema de microfiltración



Figura 6. Proceso de mantenimiento mediante sistema de microfiltración

1.5. Organigrama de la institución:

En la figura 1 se muestran los cargos establecidos en la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C. y la jerarquía respecto a cada uno de ellos.

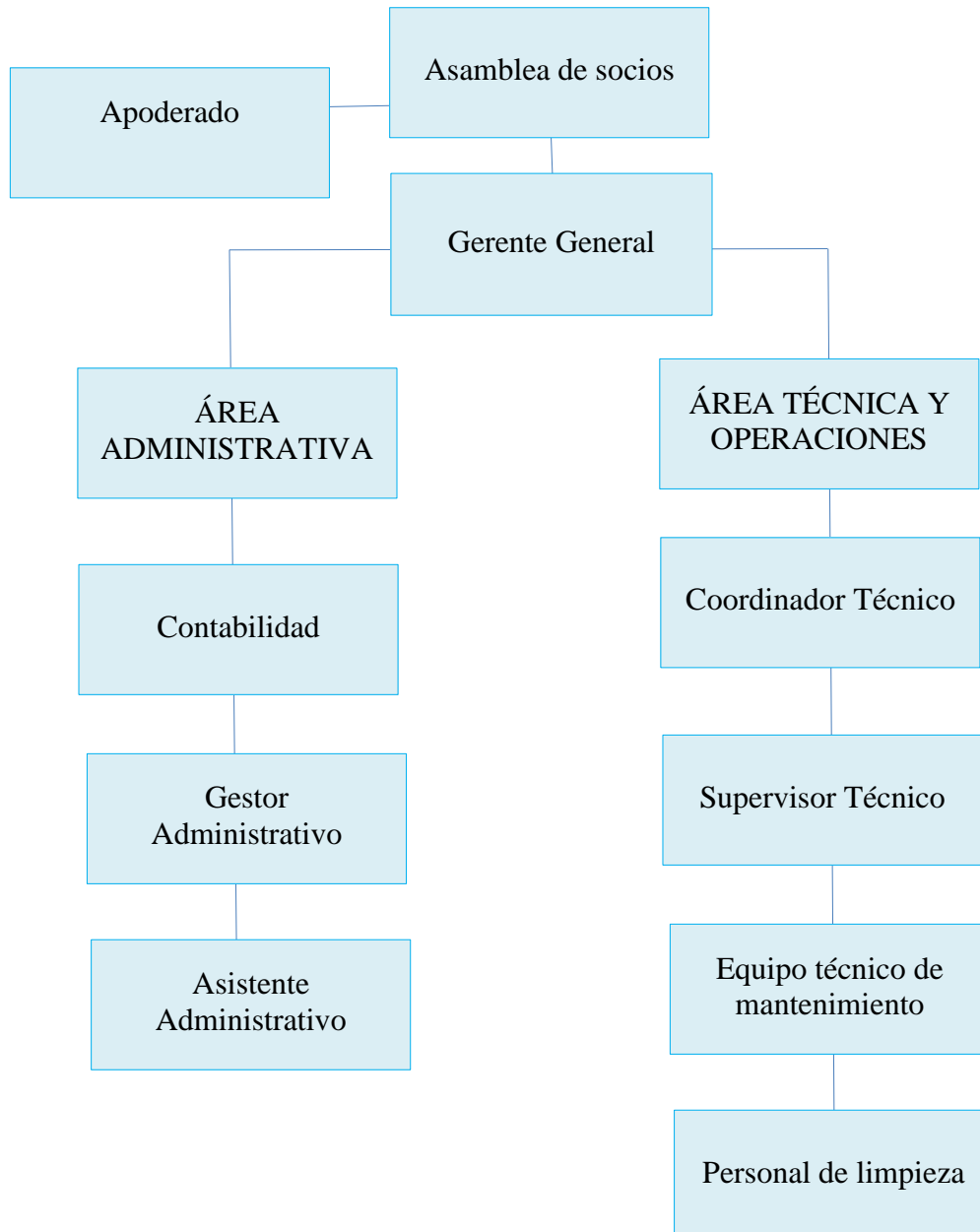


Figura 7. Organigrama de la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Castelló (2021) elaboró una investigación en la cual se propuso evaluar tres distintas formulaciones de aceites lubricantes para medir su impacto en la gestión de mantenimiento de una flota de autobuses en España. Fue realizada bajo el enfoque cuantitativo de tipo experimental y comparativo. En sus resultados el autor encontró que los aceites lubricantes de baja viscosidad, a ser utilizados en una flota real de vehículos manifiestan resultados similares en lo que respecta a los niveles de degradación y desgaste, en comparación con los lubricantes recomendados por los fabricantes, con lo que pudo concluir que el uso de aceites lubricantes de baja viscosidad contribuyen ahorrar combustibles sin que afecte los niveles de desgaste y el mantenimiento de las unidades de transporte público.

Chambi y Rojas (2019) realizar una investigación para desarrollar una membrana inorgánica para utilizarla en procesos de microfiltración otra vez de aditivos de cuarzo carbonato de calcio carbonato de sodio y agua. la investigación tuvo las características de un estudio cuantitativo de nivel experimental, por lo que se procedió a una caracterización morfológica de la membrana mediante análisis microscópico para determinar sus niveles de porosidad. esos resultados los investigadores demostraron que se obtiene una terminación de líquidos eficiente en la cual el flujo se va reduciendo y se obtiene una caracterización física, para lo cual la membrana es sometida a concentraciones de químicos para detectar cambios en su estructura. A partir de estos resultados, los autores concluyeron que es factible desarrollar membranas inorgánicas que permitan las condiciones óptimas que puedan ser utilizadas para procesos de microfiltración.

Pastrana (2019), llevó a cabo un estudio en el cual se propuso elaborar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mediante técnicas de microfiltración en una planta envasadora de líquidos en México. El estudio tuvo las características de una investigación cuantitativa de tipo aplicada y de nivel descriptivo, en cuyos resultados se demostró la factibilidad de aplicar técnicas de micro filtrado para la ejecución del mantenimiento en los sistemas de lubricación de los equipos de la empresa, para incrementar la disponibilidad y la funcionalidad de los equipos. en sus conclusiones el autor indicó que la aplicación de un modelo basado en RCM para implementar técnicas de microfiltración ofrece a la organización mayor seguridad y contribución a los factores ambientales, así como mayor eficiencia en las operaciones de mantenimiento y mejoramiento de la vida útil de los equipos de mayor valor.

López (2018) desarrollo una investigación con el objetivo de evaluar las propiedades fisicoquímicas y antibacterianas de membranas reactivas para optimizar los procesos de microfiltración en México. Esta investigación fue realizada bajo el enfoque metodológico cuantitativo de tipo experimental. En sus resultados demostró que mediante la caracterización de nanopartículas se consiguió una sinergia de sus propiedades antibacterianas y las membranas desarrolladas se caracterizaron a través del análisis de porosidad, pruebas de ángulo de contacto y análisis de condiciones catalíticas. El estudio concluyó que las nanopartículas utilizadas en la experimentación presentan interacción específica con algunos contaminantes y microorganismos lo que contribuye a mejorar los procesos en los cuales se aplique la técnica de microfiltración.

Rodríguez e Hincapié (2018) realizaron una investigación mediante la cual aplicaron la técnica del benchmarking en la gestión de mantenimiento en una flota de autobuses de un sistema integrado de transporte urbano en Colombia. Dicho estudio fue realizado bajo el

enfoque mixto cuantitativo y cualitativo, cuyo propósito final fue ofrecer un modelo de gestión para el mantenimiento basado en la comparación de las prácticas de dos organizaciones. Como resultado de la investigación se propuso un plan de optimización orientado a mejorar y corregir los resultados orientados hacia el usuario para incrementar el servicio de calidad la disminución de los tiempos, la disminución de los índices de accidentabilidad y el retraso de las unidades de transporte. En las conclusiones los autores expusieron que las acciones más relevantes para optimizar la gestión de mantenimiento era la incorporación a las actividades regulares de cronogramas de mantenimiento, la creación de talleres portátiles, y las iniciativas orientadas a disminuir los tiempos de recorrido y la calidad del servicio al usuario.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Díaz (2020) elaboró un estudio cuyo propósito fundamental fue desarrollar un plan de mantenimiento preventivo orientado a mejorar la confiabilidad en una flota de buses. La investigación fue realizada bajo el enfoque cuantitativo y aplicado. en los resultados el autor expuso que las actividades fueron organizadas considerando el siguiente plan: diagnóstico de los niveles actuales en la gestión de mantenimiento, determinación de la frecuencia de fallas y tipo de reparaciones necesarias, determinación de los indicadores de mantenibilidad, disponibilidad y confiabilidad, así como el plan de mantenimiento preventivo, en el cual se incluyeron los nuevos indicadores de mantenimiento. El autor concluyó que con las actividades propuestas se logró incrementar la confiabilidad de los equipos de 88.62% hasta 92.76%, lo cual excedía las expectativas de la organización en cuanto a los niveles de confiabilidad. de la misma manera se consiguió una disminución de gastos estimadas en S/. 4,333.00 así como una reducción en las horas perdidas por reparación.

Quispe y Ticona (2020), llevaron a cabo una propuesta de mejora en los procesos de mantenimiento en una flota de autobuses con el propósito de reducir costos en una empresa de transporte. La investigación fue realizada bajo un enfoque mixto cualitativo y cuantitativo, de tipo aplicada y descriptiva. En los resultados los autores sostienen que mediante el mejoramiento de la eficiencia de los procesos de mantenimiento se logró una reducción en los costos operativos en 31%, además de obtener beneficios intangibles como mayor control de las operaciones, mejora en la comunicación en el personal e incremento del rendimiento organizacional. El estudio concluyó que las actividades diseñadas para la gestión de mantenimiento de la flota de autobuses tuvo efectos positivos en aspectos relacionados como las competencias profesionales, el uso de herramientas y repuestos, la creación de registros de mantenimiento, el seguimiento a un plan de mantenimiento y su respectiva evaluación mediante indicadores de desempeño.

Valcárcel y Peláez (2018), realizaron una investigación con el propósito de analizar la implementación de un sistema basado en microfiltración para mejorar la eficiencia en una flota de unidades de transporte en el sector minas. Dicho estudio fue realizado bajo el enfoque cuantitativo, de tipo aplicado y de nivel descriptivo. En los resultados de la experiencia profesional se dio a conocer que se implementó un sistema de micro filtrado para motores diesel para equipos de carga en el sector de minas, lo cual permite la limpieza de combustible de las impurezas e incrementando la vida útil de los equipos y sus sistemas de inyección. Los investigadores concluyeron que la aplicación del sistema de microfiltración incrementa la potencia de los vehículos, mejora los procesos de filtración y contribuye a satisfacer las demandas medioambientales en la gestión de las unidades de transporte.

Benel (2017), desarrolló una investigación cuyo objetivo principal fue proponer un plan de mantenimiento preventivo en una flota de autobuses destinado a servicios turísticos. La investigación fue realizada bajo el enfoque cuantitativo del tipo aplicado y descriptivo. En sus resultados el investigador propuso un plan de mantenimiento que constaba de las siguientes actividades: inspección, sustitución de piezas, reparación, ajuste de piezas, lubricación y limpieza, las cuales se distribuyeron en un plan anual tomando en cuenta el kilometraje de cada unidad de transporte. El estudio concluyó que el plan de mantenimiento de orientarse a incrementar la disponibilidad de los equipos para garantizar la satisfacción de los clientes y que la mayor frecuencia de fallas se presentaba en la caja de transmisión.

Baldeón (2016) elaboró una investigación en la cual se propuso implementar un sistema de tratamiento mediante microfiltración para la reducción de los costos de mantenimientos correctivos en una empresa manufacturera. La investigación fue realizada bajo el enfoque cuantitativo, de tipo aplicado y descriptivo, en cuyos resultados se demostró que la implementación de un sistema de ablandadores de intercambio iónico reduce los costos por paradas en la producción en la organización en la cual se llevó a cabo la experiencia. el estudio concluyó que el plan basado en un sistema de tratamiento mediante intercambio iónico contribuyó a incrementar la eficiencia económica de la empresa y la capacidad de respuesta del área de producción.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Gestión de mantenimiento

2.2.1.1. Concepto de mantenimiento

El mantenimiento es el proceso llevado a cabo por una organización como respuesta a la degradación y fallas en el funcionamiento de ciertos componentes, pero que la influencia

colectiva de este funcionamiento inadecuado en el servicio puede controlarse mediante las acciones adecuadas a los componentes (Carvalho, Soares, Vita et al., 2019). Asimismo, Gackowiec (2019) lo define como las consideraciones, limitaciones y planes necesarios para asegurar el soporte operativo de los equipos que conforman el sistema operativo.

Las empresas tienen la responsabilidad de estas medidas de mantenimiento durante todo el tiempo que el equipo utilizado en el proceso está en servicio y deben tener en cuenta todos los factores que contribuyen a los esfuerzos de mantenimiento puede requerir, incluidos factores tales como características de rendimiento de disponibilidad, diseño o elección de sistemas, normas, adquisición de documentación, formación de personal y aseguramiento de entrega de repuestos (Fraser, Hvolby y Tseng, 2017). Para poder tomar decisiones tácticas racionales y justificables en materia de mantenimiento, es necesario tener una idea clara de cuáles son las ventajas y desventajas de cada política de mantenimiento. Además, se requiere un concepto de mantenimiento de apoyo. (Waeyenbergh y Pintelon, 2004)

2.2.1.2. Objetivos e importancia del mantenimiento

De acuerdo con Alarcón, Martínez y Gómez (2021), los principales objetivos del mantenimiento son:

- a) Control de costos y presupuestos: las herramientas de administración de mantenimiento brindan a los gerentes la información necesaria para asignar adecuadamente los fondos del presupuesto. El control de costos es importante porque algunos costos son un mejor uso de los fondos de la empresa que otros.
- b) Programación del trabajo y asignación de recursos: programar el trabajo y asignar los recursos de tiempo y mano de obra para que sean más productivos juega un papel clave

en la eficiencia (Carvalho et al., 2019). La gestión de mantenimiento le brinda al gerente la comprensión máxima del proceso general para ayudar a decidir los niveles de prioridad de varias actividades.

- c) Cumplimiento y regulaciones: las herramientas de administración de mantenimiento ayudan a las organizaciones a cumplir con las regulaciones a nivel local, estatal y federal.
- d) Minimizar el tiempo de inactividad o pérdida: un buen programa de administración de mantenimiento ayuda a mitigar la pérdida de tiempo productivo debido a fallas al establecer un programa de mantenimiento planificado. Menos paradas de producción significan menos ingresos perdidos.
- e) Extender la vida útil de los activos: las organizaciones invierten mucho en maquinaria. Los programas de gestión de mantenimiento ayudan a garantizar que los equipos y la infraestructura estén siempre en buenas condiciones. El mantenimiento regular prolonga la vida útil de la maquinaria, las instalaciones y otros componentes al minimizar el desgaste.
- f) Capacitación: los programas de gestión de mantenimiento deben incluir la capacitación del personal en habilidades específicas de mantenimiento; mejorar la seguridad operacional; asesorar en la adquisición, instalación y operación de maquinaria; y mejora de la calidad del producto terminado.

2.2.1.2.2. Importancia del mantenimiento

En cuanto a su importancia, el plan de gestión de mantenimiento perfecto permite a una empresa mantener sus activos mientras controla el tiempo y los costos. Esto ayuda a garantizar la máxima eficiencia en todo el proceso de operación (Ruschel, Portela y De Freitas, 2017). Con una estrategia de mantenimiento implementada, las empresas tienen más

posibilidades de: control de costos, programación de órdenes de trabajo, asignar técnicos, minimizar el tiempo de inactividad de los activos esenciales, ampliación de la vida útil de los activos y cumplir con los estándares regulatorios (Alarcón et al., 2021).

De esta manera, al igual que con todas las organizaciones de uso intensivo de activos, operar con un plan de gestión de mantenimiento exitoso es clave para maximizar el rendimiento y la eficiencia de los activos físicos, además de generar ingresos; después de todo, no es ningún secreto que las estrategias de mantenimiento efectivas permiten a las empresas reducir los costos de mantenimiento y reducir el tiempo de inactividad (Alarcón et al., 2021).

2.2.1.3. Gestión de mantenimiento

La gestión del mantenimiento se define como el proceso de mantener los activos y recursos de una empresa mientras se controlan el tiempo y los costos, asegurando la máxima eficiencia del proceso de fabricación (Blumbauskas, Gemill, Igou et al., 2017). De igual manera, es el trabajo de rutina y recurrente que se requiere para mantener una instalación, maquinarias y equipos en tal condición que pueda ser utilizada en su capacidad y eficiencia originales o diseñadas. Incluye la aplicación de métodos de gestión y requiere una atención sistemática (Sakib y West, 2018).

La gestión del mantenimiento no es solo un sistema de software. Es una combinación de sistemas, mejores prácticas y personal capacitado, todos enfocados en el mismo objetivo. Los programas de gestión de mantenimiento son altamente personalizables y se centran en los tipos de mantenimiento empleados en una planta. Ya sea que esté utilizando un programa de mantenimiento centrado en condiciones como el mantenimiento predictivo o un programa de mantenimiento más basado en el tiempo como el mantenimiento preventivo, es

importante enfocar el programa en el tipo de mantenimiento utilizado y su función dentro de la organización (Ruschel et al., 2017).

La gestión de mantenimiento ayuda a mejorar la eficiencia operativa de las instalaciones de la planta, lo que contribuye a los ingresos al disminuir los costos operativos y mejorar la calidad y cantidad de los productos fabricados. Además del ahorro de costos, otros beneficios incluyen una mayor seguridad en el lugar de trabajo, una mayor productividad y un error humano minimizado.

De acuerdo con el propósito principal del mantenimiento regular es asegurar que todo el equipo requerido para la producción funciona al 100% de eficiencia en todo momento. Mediante breves inspecciones diarias, al limpiar, lubricar y hacer ajustes menores, se pueden detectar problemas menores y corregidos antes de que se conviertan en un problema importante que pueda cerrar una línea de producción (Fumagalli, Macchi y Giacomini, 2017). Un buen programa de mantenimiento requiere la participación y el apoyo de toda la empresa por parte de todos desde el alto ejecutivo hasta el personal de planta.

2.2.1.4 Clasificación de mantenimiento

El costo de operaciones y mantenimiento puede hacer o deshacer un negocio, especialmente con la creciente demanda actual de productividad, disponibilidad, calidad, seguridad y medio ambiente, y los márgenes de ganancia decrecientes (Waeyenbergh y Pintelon, 2004). El plan de mantenimiento final para los equipos de una empresa será una combinación de diferentes tipos de mantenimiento y, a menudo, todas podrían usarse en la misma máquina (Ren, 2016).

Antes de avanzar y diseñar un plan de gestión de mantenimiento, es importante saber qué estrategia de mantenimiento es la mejor. A continuación, se muestran las siguientes

distinciones en la gestión de mantenimiento: mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo, mantenimiento prescriptivo, mantenimiento productivo total (TPM), mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) y mantenimiento autónomo.

Mantenimiento correctivo: Las estrategias de mantenimiento correctivo tienden a ser de naturaleza no planificada y esporádica con el objetivo de identificar, aislar y reparar una falla (Ruschel et al., 2017). A corto plazo, los costos son bajos y la planificación mínima. A largo plazo, los costos de tiempo de inactividad aumentan y la vida útil de los activos disminuye (Fumagalli et al., 2017).

Mantenimiento preventivo: El mantenimiento preventivo implica revisiones periódicas con la intención de prevenir fallas antes de que ocurran. Utiliza intervalos de tiempo, intervalos de uso o activadores basados en condiciones a través de la supervisión del rendimiento y los parámetros (Carvalho et al., 2019). Algún mantenimiento preventivo es obligatorio, según normativa legal o condiciones contractuales. Por un lado, el mantenimiento preventivo mejora la detección de fallas y reduce las acciones de mantenimiento correctivo (Fumagalli et al., 2017).

Mantenimiento predictivo: Un plan de gestión de mantenimiento predictivo tiene como objetivo detener el exceso de mantenimiento de los métodos preventivos, realizando el mantenimiento solo cuando sea necesario (Carvalho et al., 2019). El mantenimiento predictivo eficaz conduce a un plan de gestión de mantenimiento "justo a tiempo" que maximiza la disponibilidad del equipo en relación con el tiempo de mantenimiento. Es la opción recomendada para activos críticos con intervalos de falla esporádicos o impredecibles. Sin embargo, requiere un extenso equipo de supervisión y generación de informes (Fumagalli et al., 2017).

Mantenimiento productivo total (TPM): El Mantenimiento productivo total (TPM) es el proceso de utilizar máquinas, equipos, empleados y procesos de apoyo para mantener y mejorar la integridad de la producción y la calidad de los sistemas (Pascal, Toufik, Ávila, Duculty y Kratz, 2019). Dado que el objetivo del mantenimiento productivo total es mejorar la productividad mediante la reducción del tiempo de inactividad, la implementación de un programa TPM puede tener un gran impacto en la eficiencia general de equipos (OEE) a lo largo del tiempo (Schiraldi y Varisco, 2020).

Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM): El mantenimiento centrado en la confiabilidad es el proceso de encontrar la mejor estrategia de mantenimiento posible para cada activo de su organización, por lo que el principio rector es que los diferentes activos requieren diferentes estilos de gestión de mantenimiento (Alarcón et al., 2021).

Para muchos de los activos, la mejor opción es el mantenimiento preventivo (Yavuz, Dogan, Carus y Gorgulu, 2019). El proceso de encontrar la mejor estrategia comienza con mirar su historial de averías y los pasos que ha estado tomando para mantener y reparar sus activos. A partir de ahí, elige la mejor estrategia de mantenimiento. El objetivo final del mantenimiento centrado en la confiabilidad es lograr niveles consistentemente altos de confiabilidad al menor costo posible.

Mantenimiento autónomo: El mantenimiento autónomo es una técnica de mantenimiento bajo la cual cada operador inspecciona y mantiene su equipo. Están a cargo de tareas simples como medir la presión y la tensión, la regulación del sensor, la lubricación y la limpieza (Fumagalli et al., 2017). Además, la capacitación técnica los prepara para notar cualquier cambio y solucionarlo rápidamente, de esta forma, se impulsa a los operadores a mantener los activos en su mejor forma, o como nuevos. Quizás, el beneficio más obvio del mantenimiento autónomo es la reducción de los costos laborales. Debido a que cada

operador se encarga de las tareas de mantenimiento menores, usted releva a los técnicos altamente capacitados. Estos técnicos estarán libres para tareas más pesadas, lo que supone un uso mucho mejor del tiempo y los recursos (Min, Ahmad, Kamaruddin y Azid, 2011).

2.2.1.5 Proceso de toma de decisiones en la gestión de mantenimiento.

Respecto al proceso de toma de decisiones en la implementación del mantenimiento, Gupta y Mishra (2018), indicaron que para la aplicación de esta metodología, se proponen tres fases principales para la toma de decisión, según se muestra en la Figura 8:

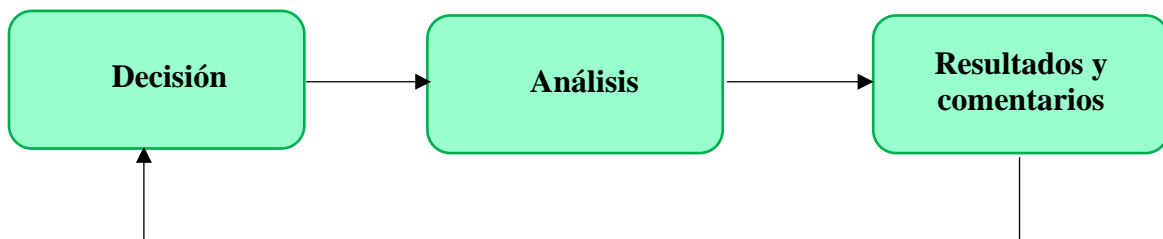


Figura 8. Fases del proceso de toma de decisiones para la gestión de mantenimiento
Fuente: Gupta y Mishra (2018)

Fase de decisión: El elemento de interés puede ser un componente simple o un sistema complejo. Los componentes simples son aquellos que tienen modos de falla limitados, mientras que los sistemas complejos pueden fallar debido a muchos modos de falla diferentes. Los equipos que pueden tener una alta probabilidad de fallas o que pueden tener grandes consecuencias de fallas se enfocan primero. Esta fase de la gestión de mantenimiento se enfoca en definir el equipo o sistema que desempeña una función crucial para la producción de la instalación y definir los factores que influyen en el sistema, como los factores de seguridad, operativos y no operativos (Gupta y Mishra, 2018).

Fase de análisis: Durante la fase de análisis, los expertos en gestión de mantenimiento trabajan juntos para identificar las causas fundamentales de las fallas. Los

factores causales pueden incluir problemas o fallas en el equipo, errores humanos y / o fallas en la estrategia organizacional. Se pueden realizar varios análisis, siendo el más común un análisis de causa raíz o un análisis de modos y efectos de falla (Gupta y Mishra, 2018).

Resultados y comentarios: Los resultados de un programa de gestión de mantenimiento deben proporcionar retroalimentación para tomar el siguiente conjunto de decisiones y análisis. En esta etapa, las partes interesadas deben identificar oportunidades para mejorar aún más. El propósito de la gestión de mantenimiento es que se lleve a cabo de forma continua, no solo durante el período necesario. (Gupta y Mishra, 2018). Según estos autores, los resultados deseados para muchos programas de mantenimiento incluyen:

- a) Realización de tareas de mantenimiento e inspección que se alineen con las metas y objetivos comerciales.
- b) Lograr el cumplimiento normativo y la seguridad real y la responsabilidad medioambiental.
- c) Definir los verdaderos objetivos de desempeño de cada planta, unidad, proceso, sistema y equipo para lograr las tareas y responsabilidades mencionadas anteriormente.
- d) Identificar los peligros asociados con el cumplimiento de los objetivos de desempeño.
- e) Determinar los riesgos asociados a los peligros (equipos, procesos, personas, entornos, entre otros).
- f) Determinar las formas más eficientes y efectivas de mitigar riesgos intolerables.
- g) Validar, implementar y ejecutar las tareas de mitigación.
- h) Documentar todo el proceso de una manera que facilite la evaluación continua del desempeño y la mejora continua del proceso a lo largo del ciclo de vida del activo.

2.2.1.9 Dimensiones e indicadores de la gestión de mantenimiento

Junto con el tamaño y capacidad de las instalaciones y la mayor demanda de los usuarios del producto sobre la confiabilidad de la entrega del producto, los efectos de las interrupciones inesperadas de la operación de las instalaciones se están volviendo cada vez más graves para los propietarios de las instalaciones. El análisis de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad (RAM) identifica los elementos constitutivos (es decir, equipos) de las instalaciones cuya falla afecta la disponibilidad de estas, realiza análisis cuantitativos de confiabilidad y propone contramedidas efectivas para mejorar la confiabilidad y mantenibilidad del sistema.

Confiabilidad: La confiabilidad es la probabilidad de que un producto / equipo / proceso / sistema realice su función prevista durante un período de tiempo determinado bajo ciertas condiciones especificadas (Fraser et al., 2017), de esta manera, la ingeniería de confiabilidad se ocupa de identificar y aislar las piezas que tienen menos del 100% de confiabilidad después de tener los mejores métodos de fabricación y reparación. Estas partes necesitan la acción correctiva necesaria. La necesidad de confiabilidad debe evaluarse cuidadosamente. Lograr la confiabilidad total es muy costoso y, por lo tanto, los usuarios de las industrias a menudo tienen que comprometerse y apuntar a la baja probabilidad de falla del equipo. Se pone un énfasis equivalente en la devolución anticipada del equipo después de la reparación de cualquier avería. Se obtiene de la determinación del indicador del Tiempo medio entre fallos (MTBF)

Tiempo medio entre fallos (MTBF): Mide el tiempo promedio que en el que un equipo puede trabajar a su velocidad normal, sin interrupciones durante un periodo de tiempo determinado (Gupta y Mishra, 2018). Su fórmula es la siguiente:

$$MTBF = \frac{HROP}{NTFALLAS + 1}$$

Ecuación 1. Indicador de confiabilidad (Tiempo medio entre fallos MTBF)

En la ecuación mostrada, HROP significa las horas de operación del equipo en un periodo y NTFALLAS es la cantidad de fallas presentadas en el mismo periodo.

Mantenibilidad: La mantenibilidad son las características cualitativas y cuantitativas combinadas del diseño y la instalación de materiales que permiten el logro de los objetivos operativos con un gasto mínimo, incluida la mano de obra, la habilidad del personal, el equipo de prueba, los datos técnicos y las instalaciones en condiciones ambientales operativas en las que se realizará el mantenimiento programado y no programado (Fraser et al., 2017). Se obtiene del cálculo del Tiempo medio de reparaciones (MTTR)

Tiempo medio de reparaciones (MTTR): Se define como la probabilidad de que un equipo, pueda ser puesto en marcha nuevamente bajo criterios específicos de mantenimiento en un periodo de tiempo determinado para volver a estar operativo (Gackowiec, 2019). Se cuantifica mediante el tiempo medio de reparaciones (MTTR). Su fórmula es la siguiente:

$$MTTR = \frac{TTF}{NTFALLAS}$$

Ecuación 2. Indicador de mantenibilidad (Tiempo medio de reparaciones MTTR)

En esta ecuación, TTF es la sumatoria de las horas total de fallas en un periodo y NTFALLAS es la cantidad de fallas presentadas en el mismo periodo.

Disponibilidad: La fiabilidad y la mantenibilidad afectan conjuntamente a la disponibilidad del equipo para el usuario. Un sistema altamente confiable, que falla muy raramente, puede tardar mucho tiempo en repararse y volver a ponerse en marcha, una vez que falla. Por lo tanto, la disponibilidad de equipos altamente confiables se reduce por su poca capacidad de mantenimiento. Del mismo modo, el equipo puede tener una buena capacidad de mantenimiento, pero si su confiabilidad es deficiente y falla con frecuencia puede resultar en una disponibilidad deficiente (Fraser et al., 2017).

Indicador de disponibilidad: Se considera el principal indicador de mantenimiento, dado que se relaciona directamente con la capacidad de producción. Se define como la probabilidad de que un equipo se pueda usar sin fallas en un periodo de tiempo (Fuentes, González, Cantú y Praga 2017). Su fórmula es la siguiente:

$$Disponibilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Ecuación 3. Indicador de disponibilidad

En la ecuación presentada, MTBF es el tiempo medio entre fallos en un periodo y MTTR es el tiempo medio de reparaciones en el mismo periodo.

2.2.2 Descripción de estrategias, modelos o herramientas de solución a utilizar

Ciclo PHVA o Ciclo de Deming

La mejora interminable es el corazón de cualquier esfuerzo de mejora continua. El ciclo de Deming, o PDCA, es uno de los primeros enfoques formalizados en utilizar un enfoque iterativo para mejorar los procesos, y todavía sirve como una herramienta fundamental en la actualidad para la mejora continua (Matsuo y Nakahara, 2013). Según estos autores, El ciclo de Deming (o Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PDCA)) es una técnica iterativa de cuatro pasos que se utiliza para resolver problemas y mejorar los procesos organizacionales. El Dr. Walter A. Shewhart, el renombrado físico y estadístico de Western Electric y Bell Labs, desarrolló el concepto original durante la década de 1920. Su enfoque fue un método de resolución de problemas lineal de tres pasos..

El Dr. W. Edwards Deming, el famoso pionero del control de calidad y autor de los 14 puntos de Deming , popularizó la técnica en la década de 1950 y tomó el proceso lineal de tres pasos de Shewhart y lo revisó para que fuera el círculo y ciclo iterativo de cuatro pasos que conocemos hoy. Esto luego se conoció como el ciclo de Deming.

El ciclo PHVA puede ayudar a diferenciar a una empresa de su competencia, especialmente en el mundo corporativo actual, donde cualquier cosa que pueda ayudarlos a agilizar sus procesos para reducir costos, aumentar las ganancias y mejorar la satisfacción del cliente puede ofrecer una ventaja (Dudin et al., 2017). Cada una de las etapas es descrita de en la Tabla 1:

Tabla 1. *Etapas del ciclo PHVA*

Etapa	Descripción
Planificar	En este paso, investigará la situación actual para comprender completamente la naturaleza del problema que se está resolviendo. Asegúrese de desarrollar un plan y un marco para trabajar y especificar los resultados deseados.
Hacer:	Identificar el problema real analizando los datos y definiendo e implementando un plan de solución. El ciclo PDCA se centra en cambios incrementales más pequeños que ayudan a mejorar los procesos con una interrupción mínima. Debe comenzar con un piloto a pequeña escala para no interrumpir la organización en caso de que la solución no funcione como se esperaba.
Verificar:	Monitorear el efecto del plan de implementación y encontrar contramedidas si es necesario para mejorar aún más la solución. Debe hacer una verificación durante la implementación para asegurarse de que se estén cumpliendo los objetivos del proyecto. Realice una segunda verificación al finalizar para permitir que se aborden los éxitos y fracasos, y que se realicen ajustes futuros en función de las lecciones aprendidas.
Actuar:	Se instrumentan las soluciones y recomendaciones. Decida si la solución es eficaz e intégreala en las prácticas laborales estándar o abandónela. Si lo abandona, debe preguntar qué ha aprendido del proceso y reiniciar el ciclo.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Patel y Deshpande (2017).

PDCA se ha utilizado durante muchas décadas debido a sus múltiples beneficios. De acuerdo con Dudin et al. (2017), algunos de ellos son: (a) facilita la mejora continua: El hecho de que el PDCA sea un ciclo iterativo anima a los usuarios a buscar una mejora continua y continua. La clave es que requiere un compromiso por parte del liderazgo porque el ciclo de Deming no es un evento único; (b) flexibilidad: el ciclo de Deming se puede

utilizar para una amplia gama de procesos organizativos independientemente de la función, y (c) simple pero poderoso: el concepto y los pasos son fáciles de entender. Las herramientas necesarias son básicas. Sin embargo, los resultados y las soluciones que provienen de PDCA pueden tener un impacto significativo en la organización.

2.2.3 Herramientas y técnicas para la gestión de la mejora continua

La gestión de la mejora continua y la calidad se ha desarrollado en torno a una serie de factores críticos. Sin embargo, esta incluye otros componentes, como herramientas y técnicas para la mejora de procesos (Kogawa y Nunes, 2017). Durante la ejecución de cualquier trabajo o análisis se utilizan herramientas de mejora para optimizar tiempos, resolver imprevistos, minimizar desviaciones, potenciar la organización profesional, detectar nuevas ideas y oportunidades, y desarrollar el espíritu de liderazgo de personas y equipos (Shivajee, Singh y Rastogi, 2019). A continuación, se realiza una revisión conceptual con el fin de verificar la importancia de estas herramientas y técnicas para la mejora de los procesos.

La capacidad de identificar y resolver problemas relacionados con la calidad de manera rápida y eficiente es esencial para cualquier persona que trabaje en el aseguramiento de la calidad o se preocupe por la mejora de procesos (Tomic, Spasojevic y Karapetrovic, 2016). En este sentido, las siete herramientas de calidad fueron desarrolladas originalmente por el profesor japonés de ingeniería Kaoru Ishikawa en la década de 1960. Fueron implementados por el programa de capacitación industrial de Japón durante el período de posguerra del país, ya que recurrió al control estadístico de calidad como medio de garantía de calidad (Vieira y Tavares, 2019).

Su objetivo era implementar herramientas básicas y fáciles de usar que los trabajadores de diversos orígenes con diversos conjuntos de habilidades pudieran aplicar sin una capacitación extensa (Kogawa y Nunes, 2017; Shivajee, Singh y Rastogi, 2019). Hoy en día, estas herramientas de gestión de la calidad todavía se consideran el estándar fundamental para solucionar una variedad de problemas de calidad. Se implementan con frecuencia junto con las metodologías de mejora de procesos más utilizadas en la actualidad.

Diagrama de estratificación: Es una técnica que separa los datos recopilados de una variedad de fuentes para que se puedan ver los patrones, aunque algunas listas reemplazan la estratificación con un diagrama de flujo o un diagrama de ejecución (Vieira y Tavares, 2019). El análisis de estratificación es una herramienta de garantía de calidad que se utiliza para clasificar datos, objetos y personas en grupos separados y distintos. Separar sus datos mediante la estratificación puede ayudarlo a determinar su significado, revelando patrones que de otro modo no serían visibles cuando se agrupan (Tomic, Spasojevic y Karapetrovic, 2016). de acuerdo con Shivajee, Singh y Rastogi, (2019), Para aprovechar al máximo el proceso de estratificación, es necesario considerar qué información sobre las fuentes de los datos puede afectar los resultados finales de su análisis de datos, por lo que se debe asegurar una recopilación de datos adecuada para que toda información esté incluida (Ver Figura 9).

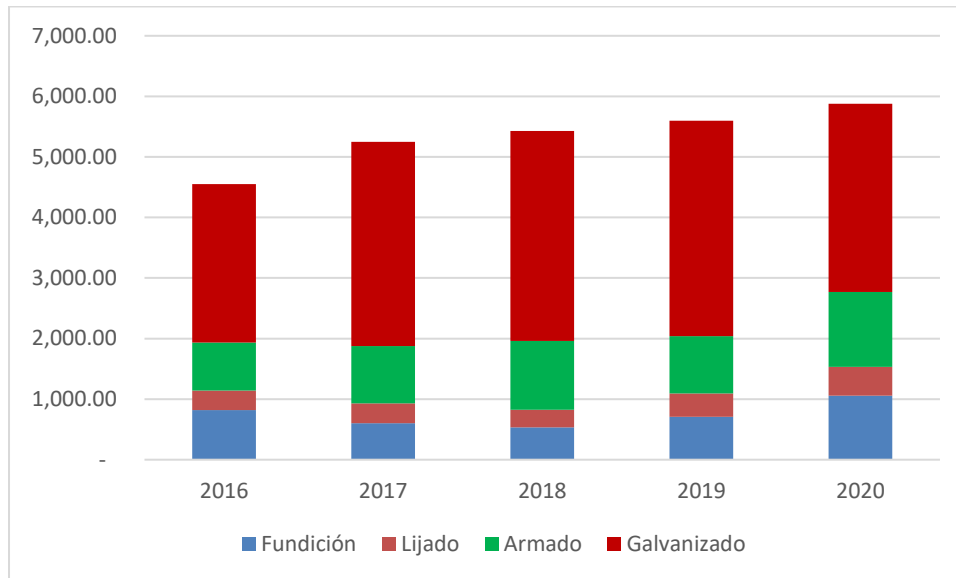


Figura 9. Representación de la gráfica de estratificación

Histograma: Es el tipo de gráfico más utilizado para mostrar distribuciones de frecuencia o la frecuencia con la que se produce cada valor diferente en un conjunto de datos (Vieira y Tavares, 2019). El histograma puede contribuir a representar la distribución de frecuencia de los datos de manera clara y concisa entre los diferentes grupos de una muestra, lo que permite identificar rápida y fácilmente las áreas de mejora dentro de los procesos (Shivajee, Singh y Rastogi, 2019). Con una estructura similar a un gráfico de barras, cada barra dentro de un histograma representa un grupo, mientras que la altura de la barra representa la frecuencia de los datos dentro de ese grupo (Tomic, Spasojevic y Karapetrovic, 2016). Los histogramas son particularmente útiles cuando se desglosa la frecuencia de sus datos en categorías como edad, días de la semana, medidas físicas o cualquier otra categoría que pueda enumerarse en orden cronológico o numérico (Ver Figura 10).

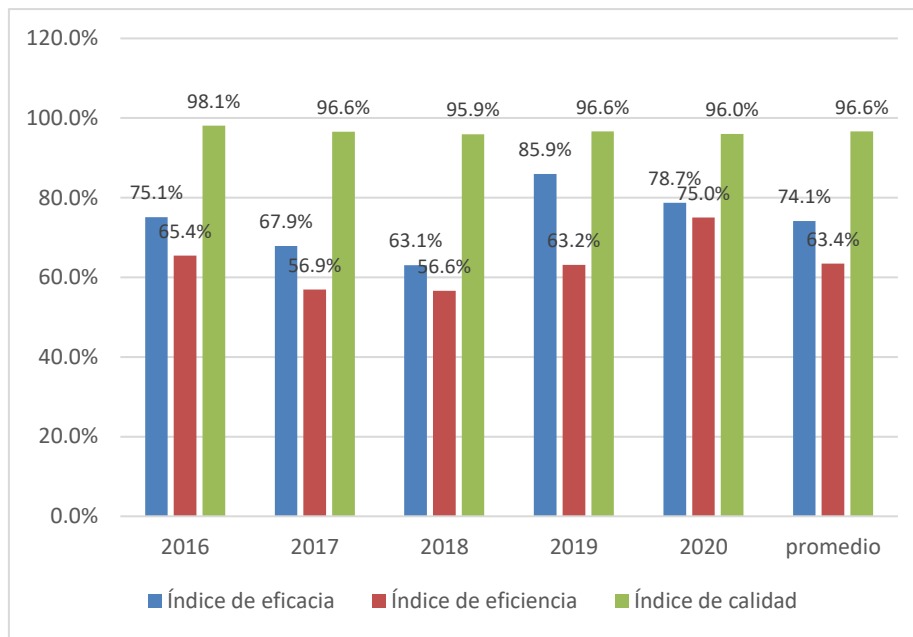


Figura 10. Representación de Histograma

Hoja de verificación (u hoja de recuento): Es un formulario estructurado y preparado para recopilar y analizar datos; una herramienta genérica que se puede adaptar para una amplia variedad de propósitos. Las hojas de verificación se pueden utilizar para recopilar datos cuantitativos o cualitativos (Kogawa y Nunes, 2017). Cuando se utilizan para recopilar datos cuantitativos, pueden denominarse hoja de recuento. Una hoja de verificación recopila datos en forma de marcas de verificación o conteo que indican cuántas veces se ha producido un valor en particular, lo que le permite concentrarse rápidamente en defectos o errores dentro de su proceso o producto, patrones de defectos e incluso causas de defectos específicos (Neyestani, 2017). (Ver Figura 11).

Ítem	Elemento para evaluar		
		SÍ	NO
MÉTODOS			
1	Métodos para identificar y notificar fallas.		X
2	Evaluación de las causas de fallas.		X
3	Acciones para conservar y mejorar equipos.		X
4	inspección diaria de los equipos.		X
5	Operación correcta de equipos.	x	
MAQUINARIAS			
6	Actividades de mantenimiento preventivo.		X
7	Paradas de planta por mantenimiento.	X	
8	Paradas de planta por falta de repuestos.		X
9	Equipos sustitutivos de maquinarias.		X
10	Actividades de limpieza de maquinaria.	x	
MATERIALES			
11	Herramientas básicas para mantenimiento.		X
12	Materiales adecuados para mantenimiento.		X
13	Repuestos menores para mantenimiento.	X	
14	Desperdicio de material por fallas.	X	
15	Materiales adecuados para hacer limpieza.	x	
PROCESOS			
16	Indicadores de gestión de los procesos.		X
17	Productos defectuosos por fallas.	X	
18	Participación del trabajador en actividades.		X
19	Áreas limpias y ordenadas,	X	
20	Procedimiento de mantenimiento preventivo.		X
PERSONAL			
21	Capacitación al personal.		X
22	Conocimiento respecto a lubricación.		X
23	Conocimiento respecto a calibración.		X
24	Propuestas de mejoras.		X
25	Acciones para incrementar habilidades.		X

Figura 11. Modelo de hoja de verificación

Diagrama de causa y efecto: También conocido como diagrama de espina de pescado o de Ishikawa, es una herramienta que identifica muchas causas posibles de un efecto o problema y clasifica las ideas en categorías útiles. Introducido por Kaoru Ishikawa, ayuda a los usuarios a identificar los diversos factores (o causas) que conducen a un efecto, generalmente descrito como un problema a resolver (Shivajee, Singh y Rastogi, 2019). Llamada también diagrama de espina de pescado, esta herramienta de gestión de la calidad funciona definiendo un problema relacionado con la calidad en el lado derecho del diagrama,

con causas raíz individuales y subcausas que se ramifican hacia la izquierda (Tomic, Spasojevic y Karapetrovic, 2016).

Las causas y subcausas de un diagrama de espina de pescado generalmente se agrupan en seis grupos principales, que incluyen medidas, materiales, personal, medio ambiente, métodos y máquinas (Vieira y Tavares, 2019). Estas categorías pueden ayudar a identificar la fuente probable de un problema mientras mantiene el diagrama estructurado y ordenado (Ver Figura 12).



Figura 12. Modelo de diagrama de causa y efecto

Diagrama de Pareto: Es un gráfico de barras que muestra cuáles factores son más significativos. Como herramienta de control de calidad, el diagrama de Pareto funciona de acuerdo con la regla 80-20. Esta regla asume que en cualquier proceso, el 80% de los problemas de un proceso o sistema son causados por el 20% de los factores principales, a menudo denominados los pocos vitales (Kogawa y Nunes, 2017). El 20% restante de los problemas son causados por el 80% de factores menores. En una combinación de un gráfico

de barras y líneas, el gráfico de Pareto muestra valores individuales en orden descendente usando barras, mientras que el total acumulado está representado por la línea (Neyestani, 2017). (Ver Figura 13).

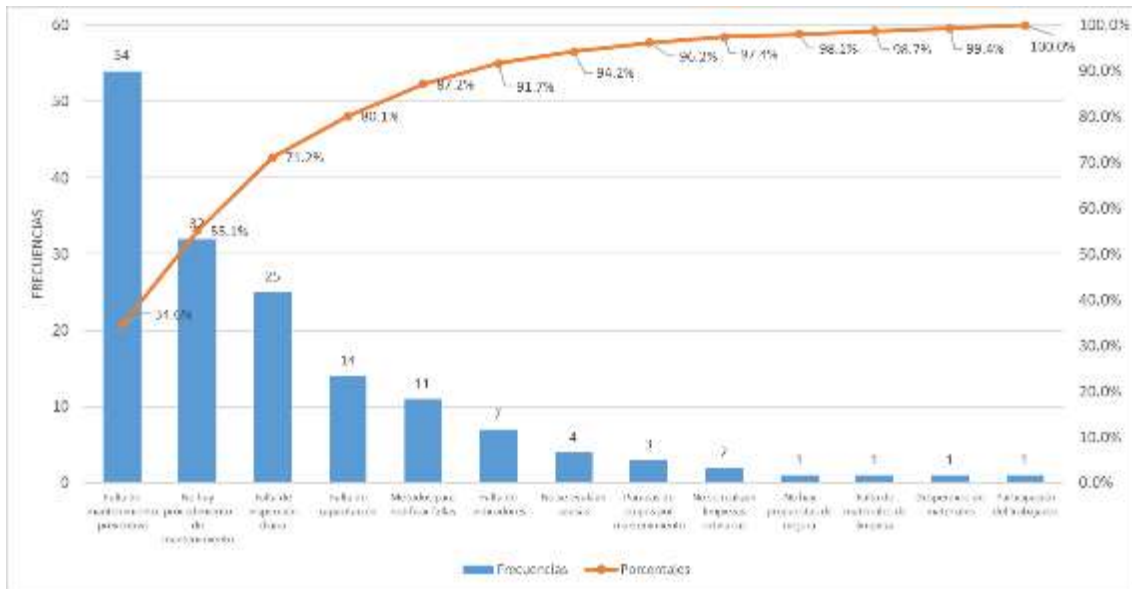


Figura 13. Modelo de diagrama de Pareto

Gráfico de control: También llamado gráfico de Shewhart), es una herramienta de gerencia visual utilizada para estudiar cómo cambia un proceso a lo largo del tiempo. La comparación de los datos actuales con los límites de control históricos conduce a conclusiones sobre si la variación del proceso es consistente (bajo control) o impredecible, fuera de control, afectada por causas especiales de variación (Neyestani, 2017). Los gráficos de control utilizan una línea central para representar un promedio o media, así como una línea superior e inferior para representar los límites de control superior e inferior basados en datos históricos (Kogawa y Nunes, 2017). Al comparar los datos históricos con los datos recopilados de su proceso actual, puede determinar si su proceso actual está controlado o afectado por variaciones específicas (Ver Figura 14).

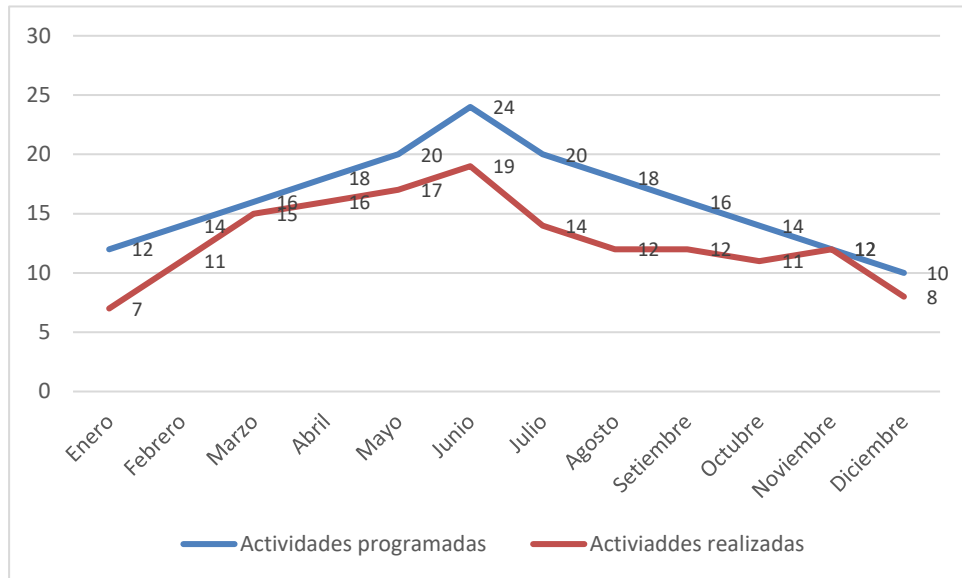


Figura 14. Modelo de gráfico de control

2.3 Definición de términos básicos

Análisis de modo y efectos de fallas: Un método estructurado para determinar las funciones del equipo, fallas funcionales, evaluar las causas de las fallas y sus efectos. La primera parte de un análisis de mantenimiento centrado en la confiabilidad es un análisis de modos y efectos de falla.

Calidad: Medición de las unidades buenas producidas como porcentaje del total de unidades iniciadas. Se ve afectada por productos defectuosos, así como el rendimiento reducido que se produce como consecuencia de productos defectuosos.

Confiabilidad: Es la probabilidad de que un servicio funcione como se espera cuando un usuario accede a él. Una definición precisa debe incluir una descripción detallada de la función, el entorno, la escala de tiempo y lo que constituye una falla.

Defecto: término que se utiliza normalmente en el mantenimiento de equipos móviles. Un defecto es típicamente una falla potencial u otra condición que requerirá atención de

mantenimiento en algún momento en el futuro, pero que actualmente no impide que el equipo cumpla con sus funciones.

Disponibilidad: Es la proporción del tiempo total que un equipo es capaz de realizar sus funciones especificadas, normalmente expresada como porcentaje. Se puede calcular dividiendo las horas disponibles del equipo por el número total de horas en un período determinado.

Eficiencia operativa: Se utiliza en el cálculo de la eficacia general del equipo. La producción real producida a partir de un activo en un período de tiempo determinado dividida por la producción que se habría producido a partir de ese activo en ese período, si se hubiera producido a su capacidad nominal. Normalmente expresado como porcentaje.

Estrategias de mantenimiento de equipos: La elección de las tareas de mantenimiento de rutina y el tiempo de esas tareas, diseñadas para garantizar que un elemento del equipo continúe cumpliendo sus funciones previstas.

Gestión de activos: la planificación y el control sistemáticos de un recurso físico a lo largo de su vida. Esto puede incluir la especificación, diseño y construcción del activo, su operación, mantenimiento y modificación mientras está en uso, y su disposición cuando ya no se requiera.

Mantenibilidad: la facilidad y rapidez con la que se puede realizar cualquier actividad de mantenimiento en un equipo. Puede medirse por el tiempo medio de reparación. Es una función del diseño del equipo y del diseño de la tarea de mantenimiento (incluido el uso de herramientas, plantillas, plataformas de trabajo) adecuadas.

Maquinarias y equipos Es un sistema de elementos relacionados que operan de manera definible. Estos dispositivos emplean la potencia para lograr las fuerzas y el movimiento deseados (movimiento). Una máquina tiene una fuente de energía y actuadores

que generan fuerzas y movimiento, y un sistema de mecanismos que dan forma a la entrada del actuador para lograr una aplicación específica de fuerzas de salida y movimiento.

Microfiltración: La microfiltración es un tipo de proceso físico de filtración en el que un fluido contaminado pasa a través de una membrana especial del tamaño de un poro para separar los microorganismos y las partículas suspendidas del líquido del proceso.

Programa de mantenimiento: una lista de las tareas de mantenimiento planificadas que se realizarán durante un período de tiempo determinado, junto con las horas de inicio esperadas y la duración de cada una de estas tareas. Los horarios se pueden aplicar a diferentes períodos de tiempo (por ejemplo, horario diario, horario semanal)

Rendimiento: Es la velocidad a la que funciona la máquina como porcentaje de su velocidad diseñada. Las fallas en el rendimiento ocurren cuando la producción no funciona a su máxima capacidad.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1. Descripción de la experiencia profesional

La experiencia en la empresa fue bajo el cargo de Coordinador Técnico en el Departamento Técnico y de Operaciones, donde se desarrolló como parte de la con responsabilidad, la inspección de los equipos y la identificación del mantenimiento adecuado con un programa de mantenimiento y los trabajos en equipos con el área de servicios; además del control de inventario de los equipos y prácticas de salud y seguridad laboral; realización de trabajos de mantenimiento preventivo de acuerdo a la planificación acordada y trabajos de mantenimiento y reparación no planificados, la colaboración de equipo durante la experiencia práctica y compromiso a lo largo del desarrollo. La experiencia laboral fue desarrollada el 6 de enero de 2014 hasta la actualidad.

Rol: Cumplir con el desarrollo exitoso de los procedimientos de inicio, planificación, ejecución, regulación y cierre de las actividades del Departamento Técnico y de Operaciones, así como la orientación de las acciones del recurso humano hacia el logro de todas las metas acordadas dentro del alcance, tiempo, calidad y normas presupuestarias.

Funciones:

- Desarrollo e implementación exitosos de todos los procedimientos del área en las fases de: inicio, planificación y diseño, construcción y ejecución, monitoreo y control, Finalización.
- Orientación productiva, comunicación eficiente y adecuada supervisión del equipo del Departamento Técnico y de Operaciones.
- El logro del objetivo principal del Departamento Técnico y de Operaciones dentro de las limitaciones dadas. Las limitaciones más importantes son, alcance, ya que el objetivo

principal del área se completa dentro del tiempo estimado, siendo de la calidad esperada y dentro del presupuesto estimado.

- Optimización de los insumos necesarios asignados y su aplicación al cumplimiento de los objetivos predefinidos del Departamento Técnico y de Operaciones, es una cuestión en la que siempre hay margen de mejora. Todos los procesos y procedimientos se pueden reformar y actualizar para mejorar la sostenibilidad de un proyecto.
- Realización de actividades que persigan las necesidades y objetivos exclusivos del cliente. Esto puede significar que necesita moldear y reformar la visión del cliente en cuanto a los objetivos del área, para modificarlos en metas factibles.

Actividades:

- Planificación y definición del alcance
- Planificación y secuenciación de actividades.
- Desarrollo de horarios y estimación de tiempo
- Estimación de costos
- Desarrollar de presupuesto
- Documentación.
- Creación de gráficos y horarios
- Análisis de riesgo, gestión de riesgos y problemas
- Seguimiento y presentación de informes sobre el progreso
- Liderazgo de equipo e influencia estratégica.
- Supervisión de personal.
- Asociación comercial y trabajo con proveedores.

3.2 Descripción de la problemática

En la gestión operativa de los costos de mantenimiento de unidades de transporte, el combustible constituye una fracción relativamente grande de los costos operativos totales del autobús, especialmente cuando los costos laborales son bajos, como en muchos países en desarrollo. Los costos de combustible se pueden reducir mejorando el estilo de conducción de los conductores de autobuses y mediante prácticas sólidas de mantenimiento. Un estilo de conducción seguro y económico puede reducir los costos variables, disminuir el tiempo de inactividad debido a trabajos de reparación y mantenimiento, mitigar los impactos ambientales negativos y mejorar la seguridad vial. Del mismo modo, los autobuses en buen estado que están correctamente afinados y ajustados tienden a ser más limpios, más seguros y consumen menos combustible que los vehículos mal mantenidos (Energy Sector management Assistance Program, ESMAP 2011).

Independientemente del tamaño de la flota o del tipo de servicio que prestan, todos los administradores de unidades de transporte se preocupan por la eficiencia. En torno a este problema surgen las siguientes prerrogativas: a) Cómo utilizar la flota de la manera más eficiente posible, b) Cómo maximizar el tiempo en las rutas y minimizar el tiempo en el taller c) Cómo se puede extender los intervalos de servicio mientras se mantiene el rendimiento máximo del vehículo y d) Cómo se puede hacer que las operaciones sean más eficientes reduciendo los costos operativos por kilómetro (Castelló, 2021).

En este sentido, Fraser et al. (2017) explicaron que la clave para un mantenimiento eficaz de la flota de autobuses o camiones es una lubricación correcta, ya que los efectos de la lubricación insuficiente son bien conocidos: mayor desgaste de los componentes, fallas prematuras, mayor uso de energía, mayores costos de operación y mantenimiento. Pero los efectos de la lubricación excesiva pueden ser igualmente perjudiciales. Desperdiciar

lubricante, puede provocar una acumulación excesiva de calor, ejerce presión sobre los puntos de lubricación y aumenta el tiempo de inactividad. La solución es obvia: una lubricación óptima.

De acuerdo con Raposo, Farinha, Ferreira y Galar (2018), existen varias técnicas para la monitorización del estado de un equipo, a saber: análisis de vibraciones; termografía; inspección visual; mediciones ultrasónicas; y análisis de aceite. Estos mismos autores indicaron que entre las diversas técnicas de mantenimiento, el análisis de aceite juega un papel clave importante. Es posible determinar y evaluar la capacidad del aceite para seguir desempeñando su función y, en consecuencia, la disponibilidad de los equipos.

En relación con la problemática, una observación inicial en las operaciones relacionadas con mantenimiento por lubricación en la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C. a principios del año 2019 permitió detectar las siguientes situaciones: desorden en el proceso de mantenimiento, métodos actuales de lubricación generan alto costo de mantenimiento, no existe control de resultados ni indicadores de gestión, excesivos tiempos muertos con los operarios, falta de actualización y capacitación del personal, así como no se han identificado actividades que agregan y no agregan valor. Cada una de estas situaciones fueron evaluadas en la fase de diagnóstico para determinar de manera cuantitativa aquella que afectara en mayor medida el desempeño de la empresa y su capacidad de responder a las necesidades de su cliente principal, el Metropolitano de Lima (Instituto Metropolitano PROTRANSPORTE de Lima), el cual es cliente exclusivo de la empresa en la actualidad.

Desde el punto de vista del mantenimiento, el propósito de la experiencia profesional fue optimizar la disponibilidad mientras se controlan los costos, es decir, los costos asociados a los gastos que la empresa invierte en sus servicios de lubricación unidades de transporte

metropolitanas mediante el sistema de microfiltración y de esta manera contribuir con su eficiencia económica. Este documento aborda el problema a través del efecto de la eficiencia del mantenimiento en la disponibilidad del autobús. Considera el uso del análisis de aceites lubricantes de motores diesel y como este se puede mejorar con un sistema de microfiltración.

Desde el punto de vista financiero, Baltés et al. (2019) dice que el análisis de costo anual uniforme equivalente es adecuado para las actividades operativas de una empresa, ya que puede determinar la rentabilidad de un negocio y cuales que inversiones pueden repetirse. Además, la conversión de los resultados de las inversiones en valores anuales equivalentes facilita el análisis comparativo y mejora la toma de decisiones.

3.3 Formulación del problema

3.2.1. Problema General

¿Cómo implementar la mejora en la gestión de mantenimiento basadas en el ciclo de Deming para reducir los costos operativos en la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C?

3.2.2. Problemas específicos

¿Cuál es el estado actual en la gestión de mantenimiento de la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C.?

¿Cuáles son las alternativas de mejora en la gestión de mantenimiento para reducir los costos operativos de la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C?

¿Cuáles fueron los costos y beneficios de la implementación de mejoras en la gestión de mantenimiento en los procesos de lubricación de la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C?

3.4 Objetivos de la investigación

3.4.1. Objetivo General

Implementar mejoras en la gestión de mantenimiento basadas en el ciclo de Deming para reducir los costos operativos en la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C.

3.4.2. Objetivos específicos

Diagnosticar el estado actual de la gestión de mantenimiento del proceso de lubricación de unidades de transporte en la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C.

Elegir las alternativas de mejora, más convenientes, para la gestión de mantenimiento en la empresa.

Determinar el impacto de la implementación del plan de mejora en el proceso de lubricación de unidades de transporte.

3.5 Justificación de la investigación

3.5.1 Justificación Teórica

La investigación que se propone se justifica desde el punto de vista teórico, ya que para su realización reconsideran diversos enfoques conceptuales y teóricos en torno a la evolución de las mejores prácticas en gestión de mantenimiento y cómo éstas pueden incidir en el desarrollo de la eficiencia económica, con el propósito de crear una sustentación documental que permita la discusión de los resultados obtenidos en la fase de aplicación práctica.

3.5.2 Justificación práctica

La importancia de la propuesta de plan mejoras en la gestión de mantenimiento en el ciclo de Deming radica en el hecho de que esta metodología se ha implementado cada vez más en las organizaciones, como sistemas para incrementar la eficiencia y competitividad, en las cuales es necesario la aplicación de mejores prácticas y técnicas, por lo que se ven impulsadas a adaptar metodologías que les permitan adaptarse a los cambios del entorno, mejorar sus procesos, cumplir con los requisitos de los clientes y controlar en forma estandarizada la complejidad de sus operaciones.

3.5.3. Justificación social

El estudio se justifica desde el punto de vista social, toda vez que permitirá el desarrollo de conocimientos relacionados con las aplicación de mejoras desde la perspectiva de la Ingeniería Industrial y su incidencia en la gestión de producción de una empresa del sector de servicios de lubricación, que pueda ser consideradas para mejorar las actividades de empresa similares.

3.6 Desarrollo de la experiencia profesional

3.6.1 Diagnóstico del estado actual de la gestión de mantenimiento del proceso de lubricación de unidades de transporte en la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C

Durante el del estado actual de la gestión de mantenimiento del proceso de lubricación de unidades de transporte se aplicaron un conjunto de herramientas las cuales se integran en el diagrama de afinidad presentado en la Figura 15:

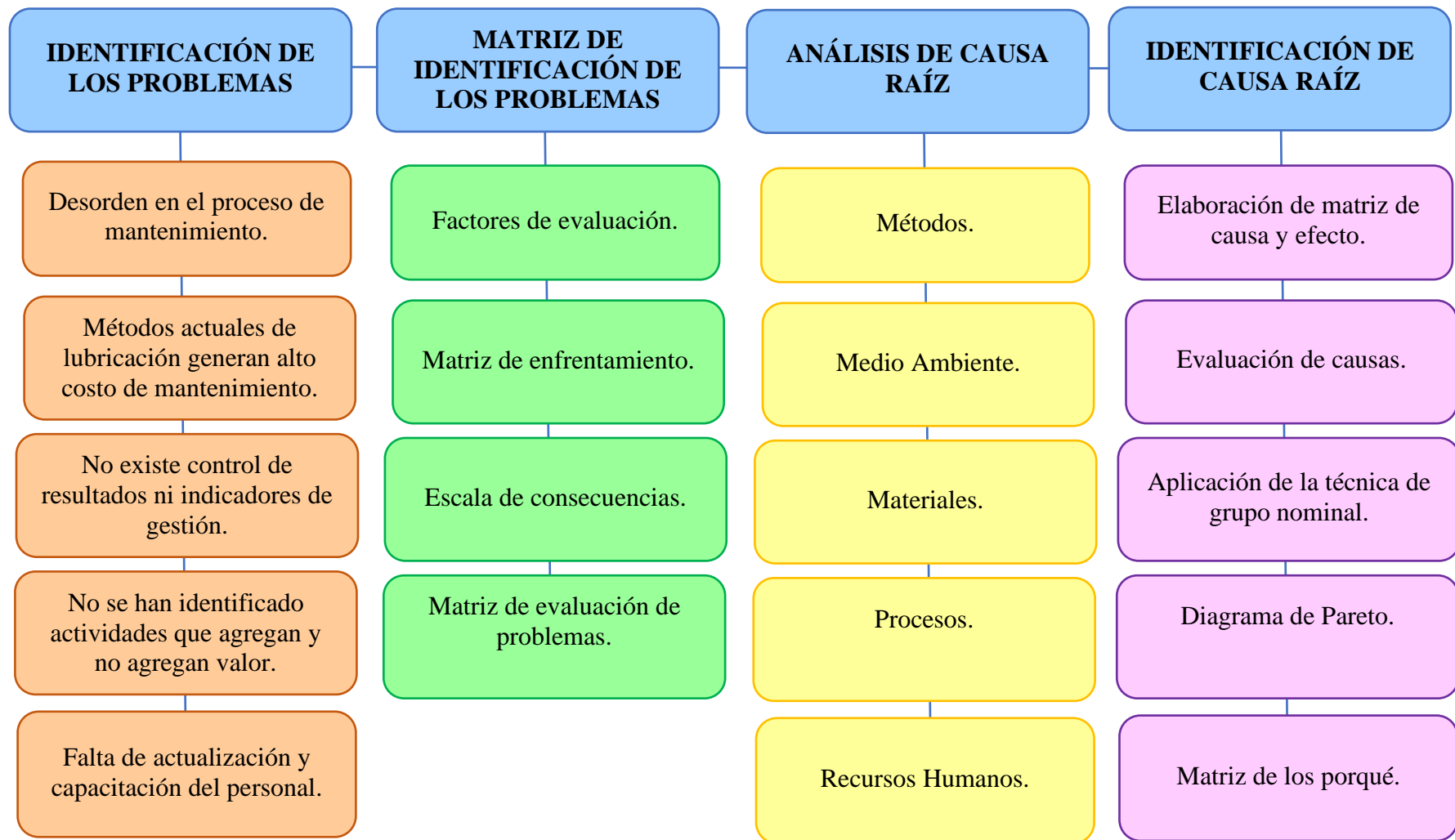


Figura 15. Diagrama de afinidad del proceso de identificación del problema y causa raíz.

3.6.1.1 Identificación de los problemas

En la presentación de la problemática que originó la investigación, se delimitaron seis problemas específicos asociados a la gestión de mantenimiento relacionadas con el proceso de lubricación de unidades de transporte metropolitanas, los cuales se representan en la Figura 16:

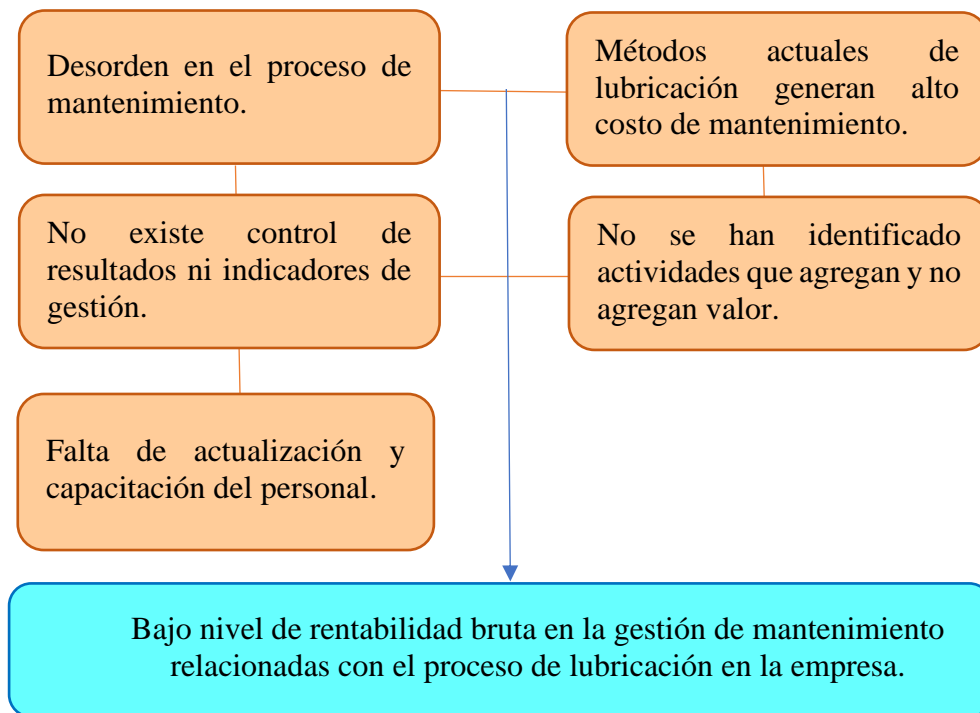


Figura 16. Problemas específicos asociados a la gestión de mantenimiento por lubricación.

Dichos problemas fueron discutidos con el grupo de consulta del área de Operaciones, integrado por nueve personas: socios de la empresa (2), coordinador técnico, supervisor de mantenimiento, cuatro técnicos de mantenimiento y la asistente administrativa, para conocer las características de cada uno de los problemas identificados:

1. Desorden en el proceso de mantenimiento:

Al existir debilidades en la comunicación entre las áreas con la mayor incidencia en la toma de decisiones (comercialización, planeación, logística y operaciones) se originan problemas que afectan la eficiencia, tales como: alteración en el orden de la planificación, insuficiencia de materiales, demora en la entrega de productos que ocasionan cuellos de botella, falta de organización en las áreas de trabajo que puede incidir en situaciones riesgosas, y falta de orientación en el personal para el logro de las metas trazadas.

2. Métodos actuales de lubricación generan alto costo de mantenimiento:

Los métodos actuales de lubricación inciden sobre la baja productividad en el lugar de trabajo por las condiciones en la que uno o más trabajadores completan tareas, procesos, producción o ventas de manera ineficiente. La baja productividad tiene una serie de impactos negativos en el lugar de trabajo, incluidos los efectos económicos sobre la rentabilidad y las implicaciones sistémicas para la moral de los trabajadores.

3. No existe control de resultados ni indicadores de gestión:

A pesar de que en la empresa se ha organizado un conjunto de indicadores, para el área de mantenimiento no se han identificado los métodos que permitan medir de manera eficiente la manera como se están llevando a cabo los procesos, por lo cual existe un bajo nivel de toma de decisiones basadas en hechos y datos. De hecho, el único indicador con el que cuenta el área es el nivel de cumplimiento de las órdenes el cual es insuficiente para obtener una visión general de los resultados del área. En la Figura 17 se muestra el cursograma analítico del proceso medido al inicio del proceso de observación, en el que se detecta la realización de 17 operaciones para cumplir el proceso de lubricación en 40 minutos, lo cual no satisface las expectativas y metas de la empresa:

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO										
Hoja N° _____ De: _____ Diagrama N°: __1__		Operar. <input checked="" type="checkbox"/> Mater. <input type="checkbox"/> Maqui. <input type="checkbox"/>								
Proceso: Mantenimiento Cambio de aceite y filtro motor		RESUMEN								
Fecha: 20/01/2019		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.				
El estudio Inicia:		●	Operación	12		0%				
Método: Actual: <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto: _____		→	Transporte	1		0%				
Producto:		■	Inspección	2		0%				
Nombre del operario:		◐	Espera	1		0%				
Elaborado por: Junior Alexis López		▼	Almacenaje	1		0%				
Tamaño del Lote: 1 Unidad de Transporte		Total de Actividades realizadas		17		0%				
		Distancia total en metros		30		0%				
		Tiempo min/hombre		40		0%				
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS					
					●	→	■	◐	▼	
1	Solicitar bus en lugar horizontal y con motor apagado	1		30.0						
2	Tomar datos del vehículo y colocar letrero preventivo	1	5.0	60.0						
3	Alistamiento de herramientas e insumos	1		180.0						
4	Transportar herramientas e insumos hasta el bus designado	1	5.0	60.0						
5	Accionar boton de seguridad (bloqueo encendido de motor)	1		5.0						
6	Retirar filtro de flujo de aceite motor	1		240.0						
7	Llenar con aceite al filtro nuevo	1		120.0						
8	Montar filtro nuevo	1		120.0						
9	Retirar tapon de carter	1		40.0						
10	Drenar el aceite usado del motor	1		360.0						
11	Colocar y ajustar tapon de carter del motor	1		40.0						
12	Llenar aceite nuevo al motor (22 litros)	1		480.0						
13	Medir el nivel de aceite del motor	1		30.0						
14	Verificacion de la actividad realizada	1		60.0						
15	Disposicion del filtro y aceite usado en el area de residuos peligrosos	1	20.0	240.0						
16	Aseguramiento del área oredena y limpia	1		120.0						
17	Llenar formato de la actividad realizada (orden de trabajo)	1		240.0						
Tiempo Minutos: 40.4		m	30.0	2,425.0	s					
Observaciones:										

Figura 17. Cursograma analítico de proceso inicial.

5. Falta de actualización y capacitación del personal:

Otro aspecto relevante que se obtuvo en la consulta al grupo de trabajo fue que debido a que no se ha invertido en nuevas tecnologías para mejorar los procesos, no se ha adecuado el conocimiento del personal a los cambios que la empresa necesita, especialmente en el manejo de nuevas tecnologías de lubricación. Se igual manera el

personal manifiesta de manera continua la necesidad de adquirir nuevas herramientas de conocimiento para mejorar su aporte a la organización.

6. No se han identificado actividades que agregan y no agregan valor.

Al no haberse desarrollado de manera integral estrategias de mejora continua, no se ha podido desarrollar instrumentos que permitan visualizar e identificar actividades que agregan valor al proceso, y reconocer las actividades que no agregan valor para progresivamente determinar las estrategias que contribuyan a su eliminación.

3.6.1.2 Matriz de Identificación de problemas.

Factores de evaluación

Para llevar a cabo la evaluación de los factores se utilizó la matriz de evaluación de problemas de ocho factores o Matriz de impacto cruzado. De acuerdo con Pérez y Alfonso (2016), es una herramienta diseñada para facilitar la estructuración de ideas. En general, posibilita la descripción de un sistema o modelo, a partir de la creación de una matriz; orientada verticalmente a la descripción del grado de influencia y horizontalmente a la descripción del grado de dependencia de cada una de las variables dispuestas para el efecto, para identificar los problemas principales y definir el impacto que va a tener la solución de dicho problema (Ver Tabla 2):

Tabla 2. *Factores de evaluación de los problemas*

Código	Factor	Descripción
A	Dificultad de solución del problema.	Nivel de dificultad y grado de inversión que implica la solución del problema presentado.
B	Beneficios que presenta la solución del problema.	Evaluación de los beneficios que se obtendrían en la organización con la solución del problema expuesto.
C	Probabilidad de ocurrencia del problema.	Grado de frecuencia que el problema se puede presentar durante las operaciones.
D	Impacto sobre la planificación de los proyectos.	Impacto que presenta el problema durante la fase de planificación de los procesos.
E	Impacto sobre la ejecución de los procesos.	Impacto que presenta el problema durante la fase de ejecución de los procesos.
F	Impacto sobre el seguimiento y control de los procesos.	Impacto que presenta el problema para el seguimiento y control de los procesos.
G	Impacto sobre el logro de los objetivos de los procesos	Impacto que presenta el problema sobre el logro de los objetivos de los procesos.
H	Impacto sobre la seguridad de los procesos.	Impacto que presenta el problema en la seguridad de los procesos.

Nota: adaptación del modelo de factores de evaluación de Paz (2021).

3.6.1.3 Matriz de enfrentamiento

La siguiente actividad fue el enfrentamiento de cada uno de los factores entre sí para realizar una evaluación más precisa de la importancia de cada uno de estos a través de una referencia cruzada en la cual se emplearon los siguientes criterios: (a) dos puntos si el factor es más importante, (b) un punto si son igual de importantes y (c) cero puntos si el problema es menos importante. de esta manera se obtuvieron los siguientes resultados que se muestran en la Tabla 3:

Tabla 3. Resultados de la aplicación de la matriz de enfrentamiento:

Cod.	Factor	A	B	C	D	E	F	G	H	Puntaje Total	Importancia
A	Grado de dificultad		0	1	0	0	2	1	0	4	7.1%
B	Beneficio	2		2	2	2	2	2	1	13	23.2%
C	Probabilidad	1	0		1	1	1	1	1	6	10.7%
D	Impacto en Planificación	2	0	1		0	0	0	1	4	7.1%
E	Impacto en ejecución	2	0	1	2		2	1	1	9	16.1%
F	Impacto en seguimiento y control.	0	0	1	2	0		0	1	4	7.1%
G	Impacto sobre los objetivos	1	0	1	2	1	2		1	8	14.3%
H	Impacto sobre la seguridad.	2	1	1	1	1	1	1		8	14.3%
									Total	56	100%

Valores:

2= Más importante

1= Igual de importante

0= Menos importante

3.6.1.4 Escala de consecuencias

Cada uno de los factores de evaluación fueron categorizados con una escala de consecuencia para identificar y valorar de forma objetiva el impacto de dichos problemas sobre la Gestión de mantenimiento por lubricación en la empresa (Ver Tabla 4)

Tabla 4. *Escala de consecuencias*

Factor		Consecuencias				
		1. Muy difícil	2. Difícil	3. Moderado	4. Fácil	5. Muy fácil
A	Grado de dificultad	El problema tiene un nivel de complejidad tan amplio que para la empresa resulta casi imposible presentar una solución y se ha intentado resolver en diferentes ocasiones sin éxito.	El problema presentado requiere un cambio cultural en la organización, cambios en la tecnología inversión considerable en recursos y un tiempo de ejecución prolongado.	El problema que ocurre en la organización implica una inversión moderada de recursos y una gestión del cambio relativamente fácil para el logro de la solución.	La solución al problema presentado implica una inversión mínima de recursos y un tiempo moderado para alcanzar una solución.	El problema no implica la inversión económica para su solución y se puede implementar de forma inmediata.
		1. Poco significativo.	2. Menor	3. Moderado	4. Alto	5. Muy alto
B	Beneficio	Beneficio mínimo: la solución del problema impactaría poco sobre los resultados del proceso general.	La solución del problema impactaría sobre algunos aspectos de la gestión en forma específica.	Beneficio representativo: la solución del problema tiene impacto a largo plazo en la gestión y ejecución del proceso de mantenimiento.	Beneficio importante: la implementación de una solución va a tener impacto favorable en un mediano plazo sobre la gestión y los resultados.	Beneficio muy importante: la implementación de una mejora a la solución va a tener impacto sobre la gestión ejecución y los resultados y va a incidir favorablemente en el cambio cultural.

Factor		Consecuencias				
		1. Poco Probable	2. Menor	3. Moderado	4. Alto	5. Muy Alto
C	Probabilidad	Es muy improbable que ocurra el problema y no se ha presentado en situaciones anteriores.	Se han implementado controles para minimizar sus efectos y es poco probable su ocurrencia.	Existe la probabilidad que ocurra porque el problema se ha presentado en otras oportunidades.	El problema se ha presentado con frecuencia en diferentes situaciones con anterioridad, por lo que es probable que vuelva a ocurrir.	El problema se presenta de forma común en todas las fases del proceso de mantenimiento por lo que es muy probable que ocurra.
		1. Muy bajo	2. Bajo	3. Moderado	4. Alto	5. Muy alto
D	Impacto en Planificación	La planificación de las operaciones no se ha visto afectada por el problema presentado.	La planificación de las operaciones se ha visto afectada por el problema en una ocasión.	La planificación de las operaciones se ha visto afectada por el problema en más de una ocasión.	La planificación de las operaciones productivo se ha visto afectada por el problema en varias ocasiones y no se han tomado medidas correctivas.	La planificación de las operaciones se ha visto afectada en diversas ocasiones y las medidas que se han tomado para mejorar no han dado resultados efectivos.
		1. Muy bajo	2. Bajo	3. Moderado	4. Alto	5. Muy alto
E	Impacto en ejecución	La ejecución de la producción no se ha visto afectada por el problema presentado.	La ejecución de las operaciones se ha visto afectada por el problema en una ocasión.	La ejecución de las operaciones se ha visto afectada por el problema en más de una ocasión.	La ejecución de las operaciones se ha visto afectada por el problema en varias ocasiones y no se han tomado medidas correctivas.	La ejecución de las operaciones se ha visto afectada en diversas ocasiones y las medidas que se han tomado para mejorar no han dado resultados efectivos.

		Consecuencias				
		1. Muy bajo	2. Bajo	3. Moderado	4. Alto	5. Muy alto
F	Impacto en seguimiento y control.	El seguimiento y control de las operaciones no se ha visto afectado por el problema presentado.	El seguimiento y control de las operaciones se ha visto afectado por el problema en una ocasión.	El seguimiento y control de las operaciones se ha visto afectado por el problema en más de una ocasión.	El seguimiento y control de las operaciones se ha visto afectado por el problema en varias ocasiones y no se han tomado medidas correctivas.	El seguimiento y control de las operaciones se ha visto afectado en diversas ocasiones y las medidas que se han tomado para mejorar no han dado resultados efectivos.
		1. Muy bajo	2. Bajo	3. Moderado	4. Alto	5. Muy alto
G	Impacto sobre los objetivos	El logro de los objetivos de las operaciones no se ha visto afectado por el problema presentado.	El logro de los objetivos de las operaciones se ha visto afectado por el problema en una ocasión.	El logro de los objetivos de las operaciones se ha visto afectado por el problema en más de una ocasión.	El logro de los objetivos de las operaciones se ha visto afectado por el problema en varias ocasiones y no se han tomado medidas correctivas.	El logro de los objetivos de las operaciones se ha visto afectado en diversas ocasiones y las medidas que se han tomado para mejorar no han dado resultados efectivos.
		1. Muy bajo	2. Bajo	3. Moderado	4. Alto	5. Muy alto
H	Impacto sobre la seguridad.	La seguridad de la producción no se ha visto afectada por el problema presentado.	La seguridad de las operaciones se ha visto afectada por el problema en una ocasión.	La seguridad de las operaciones se ha visto afectada por el problema en más de una ocasión.	La seguridad de las operaciones se ha visto afectada por el problema en varias ocasiones y no se han tomado medidas correctivas.	La seguridad de las operaciones se ha visto afectada en diversas ocasiones y las medidas que se han tomado para mejorar no han dado resultados efectivos.

3.6.1.5 Matriz de evaluación de problemas

Como última actividad en esta etapa de la investigación, cada uno de los problemas identificados en la fase de diagnóstico fueron ponderados de acuerdo con los criterios de evaluación de cada problema y los factores de la matriz de evaluación cuyos puntajes se sitúan entre uno, al menor impacto y cinco al de mayor impacto o complejidad.

Al hacer la evaluación y otorgar una puntuación a cada problema y multiplicarlo por la ponderación o peso del factor se obtuvo un valor total por cada uno de los problemas. De esta manera, el valor que se aproximen más a cero es el problema menos importante y el que se acerque más a cinco será el problema más importante por lo tanto el más relevante a la hora de plantear una solución de mejora.

En la práctica de la metodología se obtuvo que el problema que mayor ponderación demuestra es que los métodos actuales de lubricación generan alto costo de mantenimiento, lo cual afecta de manera directa los niveles de eficacia y eficiencia mostrados a lo largo de este capítulo. Al devaluar los factores, se observa que la implementación implicaría una inversión moderada de recursos pero un cambio en la gestión del conocimiento y la cultura organizacional, lo cual posibilitan su implementación y sostenibilidad en el tiempo. Por el contrario, de no promover un cambio en la tecnología, las ineficiencias e ineficacias se mantendrían en el tiempo lo cual afectaría la respuesta de la organización, la satisfacción de los clientes, el manejo adecuado de los recursos materiales y humanos, así como las etapas de planeación y ejecución de los proyectos. En líneas generales, no se podrán alcanzar los objetivos planteados en el futuro (Ver Tabla 5).

Tabla 5. *Matriz de evaluación de problemas.*

Factor	Peso	Problemas									
		Desorden en el proceso		Métodos actuales de lubricación		Ausencia de indicadores		Falta de capacitación		Identificación de actividades que agregan valor	
		Evaluación	Puntaje	Evaluación	Puntaje	Evaluación	Puntaje	Evaluación	Puntaje	Evaluación	Puntaje
Grado de dificultad	7.1%	4	0.28	4	0.28	5	0.36	4	0.28	4	0.28
Beneficio	23.2%	4	0.93	5	1.16	3	0.70	4	0.93	5	1.16
Probabilidad	10.7%	3	0.32	5	0.54	3	0.32	3	0.32	2	0.21
Impacto en Planificación	7.1%	3	0.21	5	0.36	3	0.21	2	0.14	5	0.36
Impacto en ejecución	16.1%	5	0.81	4	0.64	4	0.64	4	0.64	4	0.64
Impacto en seguimiento y control.	7.1%	2	0.14	5	0.36	5	0.36	2	0.14	3	0.21
Impacto sobre los objetivos	14.3%	3	0.43	5	0.72	5	0.72	4	0.57	4	0.57
Impacto sobre la seguridad.	14.3%	5	0.72	3	0.43	3	0.43	5	0.72	1	0.14
		3.84		4.48		3.73		3.75		3.59	

Nota: las evaluaciones fueron llevadas a cabo tomando en cuenta las opiniones y puntos de vista obtenidos en el grupo de consulta en el área técnica y operaciones de la empresa.

3.6.1.6. Análisis de Causa Raíz.

Al cierre de la sección anterior se obtuvo que el problema principal era los métodos actuales de lubricación generan alto costo de mantenimiento. Para proponer una solución al problema, en esta sección del estudio se procedió a identificar las causas raíz y a partir de ello determinar las alternativas más apropiadas para ofrecer una solución al problema con el menor esfuerzo posible y el mejor uso de recursos.

Con este propósito, se hizo un diagnóstico del cumplimiento de un conjunto de actividades relacionadas con la planificación a partir de las cinco categorías del diagrama de Ishikawa: métodos, maquinarias, materiales, procesos y recursos humanos, de cuyo análisis se obtendría posteriormente la causa raíz del problema. Metodológicamente, se elaboró una lista de chequeo que fue revisada en conjunto con el grupo de consulta, la cual se muestra en el Anexo 1 y se exponen sus resultados a continuación:

1. Métodos

A partir de la información recopilada en relación con los métodos de trabajo, se observa la aplicación de ciertas prácticas que favorecen el desempeño del área, tales como el uso de métodos para identificar y notificar fallas en el proceso de mantenimiento; la celebración de reuniones de nivel táctico para discutir mejoras de procesos y seguimiento a actividades; se realiza una inspección diaria de los equipos para verificar su estado y necesidad de mantenimiento.

Sin embargo, se detectan debilidades el uso adecuado de métodos por el incumplimiento de las siguientes actividades: no se ha definido un proceso de planificación de los trabajos que incluye las funciones y responsabilidades del área para el logro de los objetivos.; no se cuenta con una metodología específica para hacer

seguimiento a los procesos e implementar mejoras y, particularmente, no se realizan actividades de coordinación entre el área comercial, planificación, suministros y operaciones para identificar necesidades y prioridades basadas en los requerimientos del cliente.

2. Medio Ambiente

En relación con el medio ambiente, se evidencia la presencia de tres elementos favorables: actividades de mantenimiento preventivo para los equipos que se emplean en el proceso de mantenimiento, aunque en la práctica se incumple con la programación y se postergan estas actividades; existencia de un programa de actividades de limpieza de maquinaria y equipos en forma. Sin embargo, se han detectado altos gastos por disposición de residuos y su respectivo impacto ambiental por la generación de desperdicios en las operaciones.

3. Materiales

A partir de los hallazgos relacionados con los materiales, se detectó que los trabajadores cuentan con las herramientas y materiales adecuados para hacer sus labores; asimismo, disponen de los equipos de protección para hacer su trabajo en condiciones de seguridad; se cuenta con un plan para reponer las existencias de materiales e insumos para asegurar la continuidad de las operaciones.

En cuanto a los elementos desfavorables, se evidencia la generación de desperdicio de lubricantes en el proceso; los trabajadores no cuentan con los materiales adecuados para hacer labores de mantenimiento preventivo y correctivo a las unidades, especialmente los filtros; y al momento de iniciar el proceso, no se cuenta con todos los materiales e insumos para garantizar la continuidad del proceso; en este sentido, los

materiales llegan progresivamente y en ocasiones llegan tarde por demora en el pedido y retrasos de envío. Otro elemento particularmente importante que manifiesta incumplimiento es el hecho de que no se han creado alianzas estratégicas con los proveedores para garantizar una política de costos acorde con las expectativas del negocio y la continuidad de las operaciones. Con base en esto, se obtuvo la siguiente información respecto al nivel de cumplimiento en el presupuesto de gastos por servicios de lubricación de la empresa durante el año 2019, tal como se muestra en la Tabla 6:

Tabla 6. *Presupuesto de gastos por uso de lubricantes*

Mes	Gastos presupuestados	Gasto reales	Diferencia	Variación
Enero	20,000.00	25,060.67	5,060.67	25.3%
Febrero	20,000.00	22,481.45	2,481.45	12.4%
Marzo	20,000.00	23,022.10	3,022.10	15.1%
Abril	20,000.00	20,223.73	223.73	1.1%
Mayo	20,000.00	20,414.85	414.85	2.1%
Junio	20,000.00	20,411.02	411.02	2.1%
Julio	20,000.00	21,500.81	1,500.81	7.5%
Agosto	20,000.00	21,881.98	1,881.98	9.4%
Septiembre	20,000.00	21,776.87	1,776.87	8.9%
Octubre	20,000.00	22,021.07	2,021.07	10.1%
Noviembre	20,000.00	20,714.83	714.83	3.6%
Diciembre	20,000.00	19,876.15	-123.85	-0.6%
Total	240,000.00	259,385.53	19,385.53	8.1%

Nota: del comportamiento de los gastos por el uso de lubricantes se observa un exceso del 8.1% entre lo presupuestado y los gastos reales, lo que incrementa los costos operativos de la empresa e inciden negativamente sobre su eficiencia económica.

4. Procesos

En lo que respecta a los procesos, se evidenció la creación de indicadores de gestión para medir el nivel de desempeño del área de mantenimiento, pero estos no son controlados ni analizados por parte de la gerencia, por lo que tienen bajo impacto en la toma de decisiones y en líneas generales, el personal cumple con los procedimientos establecidos para llevar a cabo las operaciones bajo estándares de calidad, aunque se observa incumplimiento en muchas actividades.

Por otra parte, se evidencia que el proceso de mantenimiento no se realiza de forma organizada y ordenada, por falta de materiales, ausentismo de personal o falta de planes de limpieza, los trabajadores no limpian sus espacios, porque se le da prioridad a su trabajo; no se han realizado mediciones de tiempo en los procesos para evaluar las causas de los cuellos de botella, solamente se han efectuado mediciones de tiempo para determinar costos de ciertos procesos. Tampoco se han desarrollado estrategias para conocer las acciones desarrolladas por los competidores directos, ni se han desarrollado estrategias para conocer las necesidades de los clientes que impliquen el desarrollo de nuevos servicios, lo que tiene impacto en la capacidad de innovación de la organización.

5. Recursos Humanos

En relación con los recursos humanos, se evidencia la ausencia de todos los elementos evaluados: los trabajadores no han recibido capacitación para incrementar sus competencias y desempeño en las operaciones; de igual modo, no han sido capacitados para realizar mantenimiento preventivo y predictivo de las operaciones. Asimismo, no se cuenta con presupuesto para llevar a cabo un plan formal de capacitación al personal coordinado la dirección, ni un plan formal de motivación al personal.

Del mismo modo, la empresa no ha incentivado al personal a proponer mejoras en el proceso de mantenimiento de la empresa ni se comparte con el personal operativo información relativa a la misión, visión, objetivos y nuevos proyectos de la empresa, actividad que se ha realizado únicamente en casos de auditorías operacionales, lo que tiene efectos en un bajo nivel de conocimiento y compromiso por parte del recurso humano. Esta situación demuestra el bajo impacto de las políticas de la empresa en cuanto a la gestión de recursos humanos y su incidencia en el éxito de la organización. Las causas detectadas fueron representadas en el Diagrama de Ishikawa que se muestra en la Figura 18:

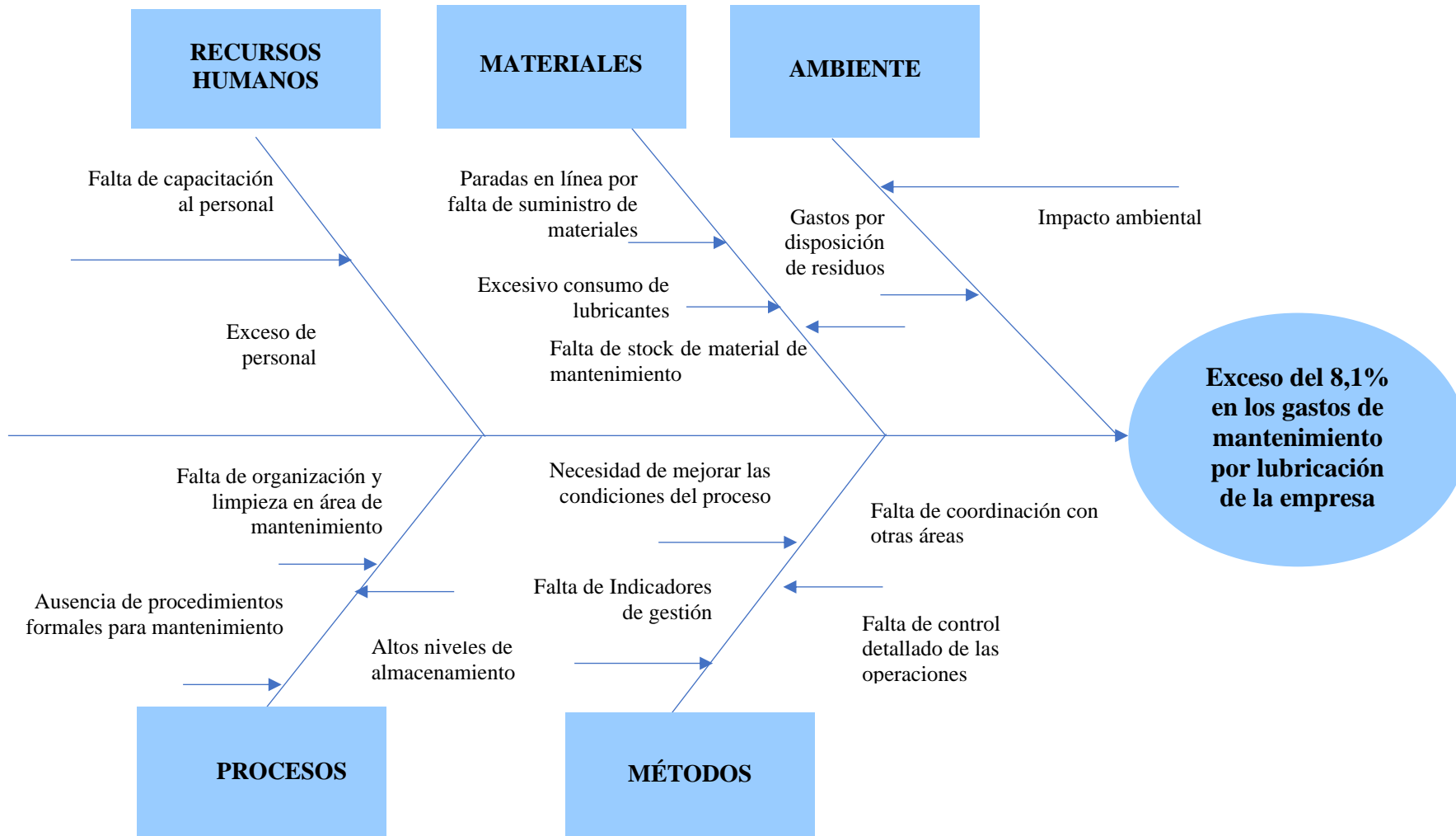


Figura 18. Diagrama de Ishikawa o de causa y efecto de los elementos que inciden en los altos costos de mantenimiento.

Fuente: Resultados de la lista de observación (2021).

3.4.1.7 Evaluación de Causas.

Una vez realizado el proceso de observación, las debilidades detectadas fueron sometidas a un proceso de priorización de problemas mediante la técnica de grupo nominal. Para tal fin se cumplieron las siguientes etapas:

- a) Categorizaron los problemas hasta obtener una lista de 14 ítems.
- b) Esta lista fue distribuida entre los miembros del equipo de consulta de la investigación, integrado por nueve personas: socios de la empresa (2), coordinador técnico, supervisor de mantenimiento, cuatro técnicos de mantenimiento y la asistente administrativa.
- c) Se le solicitó a cada uno de ellos que revisara los catorce problemas que más inciden sobre el exceso en costos de mantenimiento.
- d) Una vez los seleccionados, se les solicitó que los ordenaran del problema más crítico (valor 1) al menos crítico.
- e) Los datos fueron tabulados y analizados, otorgando 10 puntos al problema más crítico y 1 punto al menos crítico (Ver detalle en Anexo 2). Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Resultados de la aplicación de la técnica de grupo nominal para evaluar los problemas de los subprocesos de mantenimiento.

No.	Problema evaluado	Puntos	%	Acum.
1	Excesivo consumo de lubricantes	90	25.6%	25.6%
2	Falta de capacitación al personal	84	23.9%	49.4%
3	Ausencia de procedimientos	83	23.6%	73.0%
4	Paradas en línea por falta de materiales	30	8.5%	81.5%
5	Necesidad de mejorar las condiciones	21	6.0%	87.5%
6	Gastos por disposición de residuos	10	2.8%	90.3%
7	Falta de coordinación con otras áreas	7	2.0%	92.3%
8	Falta de stock de material	6	1.7%	94.0%
9	Falta de control detallado de las operaciones	5	1.4%	95.5%
10	Altos niveles de almacenamiento	5	1.4%	96.9%
11	Impacto ambiental	4	1.1%	98.0%
12	Falta de Indicadores de gestión	4	1.1%	99.1%
13	Falta de organización y limpieza	2	0.6%	99.7%
14	Exceso de personal	1	0.3%	100.0%

De la aplicación del proceso de consulta se obtuvo que, de acuerdo con la percepción del equipo de consulta, las causas que más se relacionan con el problema son: excesivo consumo de lubricantes (25.6%), falta de capacitación al personal (23.9%) y ausencia de procedimientos (23.6%), tal como se muestra en la Figura 19. Estos resultados fueron analizados en una matriz de los porqué, la cual se muestra en la Tabla 8:

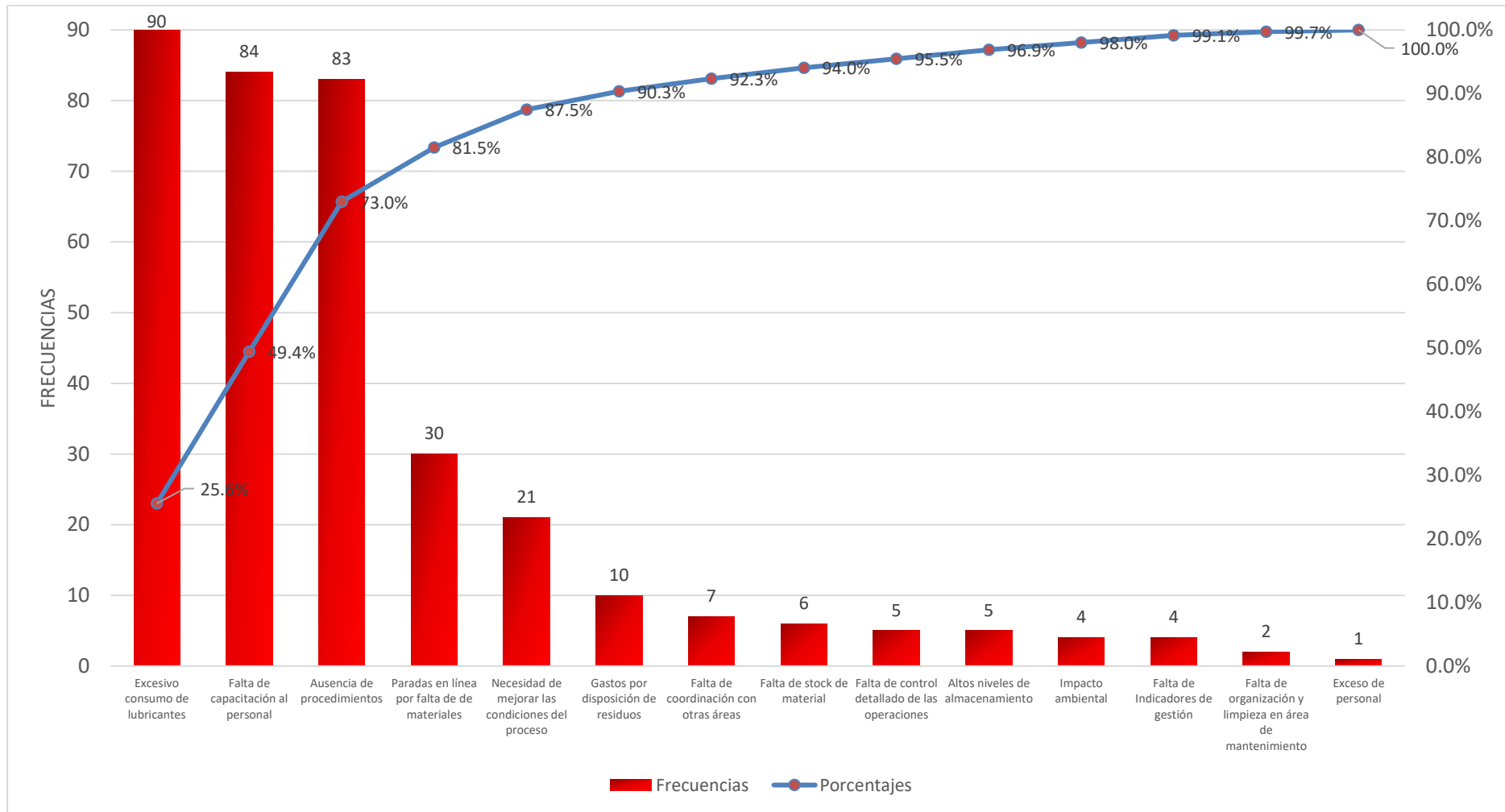


Figura 19. Diagrama de Pareto de priorización los elementos que inciden en los métodos actuales de lubricación.
Fuente: Resultados de técnica de grupo nominal (2021).

Tabla 8. Matriz de los porqué para evaluar los factores que inciden en los altos costos de mantenimiento en los servicios de lubricación.

PROBLEMA POR ESTUDIAR	W 1	W2	W3	W4	W5	PROPUESTA DE MEJORA
Excesivo consumo de lubricantes.		No se había evaluado la posibilidad de cambiar los métodos de lubricación a tecnologías más eficientes.	La empresa consideraba que el método de lubricación cumplía con los requisitos de desempeño y eficiencia.	No se había medido el impacto del consumo de lubricantes sobre los resultados económicos de la empresa.	No se había diseñado indicadores relacionados con la gestión de mantenimiento.	26.
Exceso del 8,1% en los gastos de mantenimiento por lubricación de la empresa.	Falta de capacitación al personal.	No se había mostrado interés en la empresa en capacitar al personal.	Existía una alta rotación del personal.	El personal no cumplía con las expectativas de la empresa en cuanto a sus capacidades y rendimiento.	El proceso de ingreso de personal no incluía planes de formación.	Plan de formación al personal para alinear los conocimientos y habilidades a los objetivos empresariales y los cambios tecnológicos.
	Ausencia de procedimientos.	La empresa no había diseñado procedimientos para los procesos de lubricación.	El proceso de formación era informal.	Los socios de la empresa no habían manifestado interés en adaptar los procesos a un marco de trabajo formal.	Las condiciones de trabajo habían retrasado la decisión de cambiar las técnicas de trabajo y sus procedimientos.	Elaboración de los procedimientos de lubricación acordes con los cambios propuestos en los métodos de trabajo.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

De acuerdo con la metodología del Ciclo de Deming o PHVA, los resultados de la experiencia fueron organizados en cuatro etapas: planificar, hacer, verificar y actuar:

4.1 Planeación de las mejoras en la gestión de mantenimiento (Fase I del ciclo de Deming: Planear)

Para el cumplimiento de esta fase se realizaron las siguientes actividades, tal como se muestra en la Figura 20:

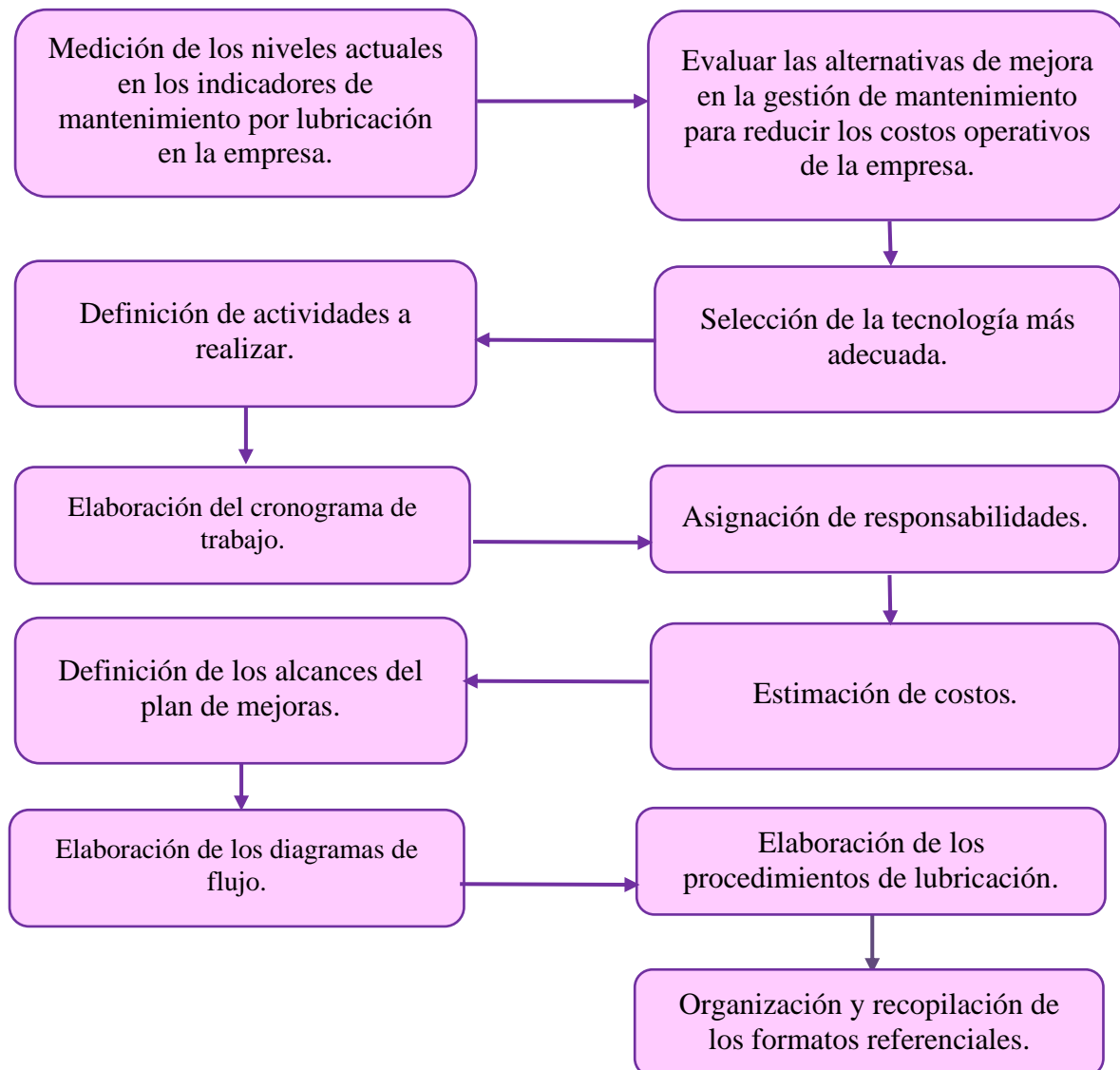


Figura 20. Actividades de la Fase I del ciclo de Deming: Planear en las mejoras de la gestión de mantenimiento de la empresa.

4.1.1. Medición de los niveles actuales en los indicadores de mantenimiento por lubricación en la empresa.

Con los datos suministrados por la empresa respecto a la gestión de mantenimiento del año 2019, se procedió al cálculo de los índices de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad a las unidades de transporte a las cuales la empresa presta servicios. En el Anexo 3 se muestra el detalle de las actividades de mantenimiento realizadas durante el año 2019. En la Tabla 9 se presenta un resumen de los indicadores de mantenimiento:

Confiabilidad: Definida como la probabilidad de que un sistema o elemento del sistema realice su función prevista en condiciones establecidas sin fallos durante un período de tiempo determinado.

Mantenibilidad: Definido como la probabilidad de que un sistema o elemento del sistema pueda repararse en un entorno definido dentro de un período de tiempo especificado. El aumento de la mantenibilidad implica tiempos de reparación más cortos.

Disponibilidad: Definido como la probabilidad de que un sistema reparable o elemento del sistema esté operativo en un momento dado bajo un conjunto dado de condiciones ambientales. La disponibilidad depende de la confiabilidad y la mantenibilidad.

En la Tabla 9 se puede observar que durante el año 2019 se presentaron 50 fallas en las 120 unidades de transporte, que generaron 4,651 horas de paradas por fallas, que representaron 0,79% del total de horas de operación. Con estos registros, se obtuvo el índice de confiabilidad, el cual fue de 11,529.41 horas para que se presentara una falla, el de mantenibilidad, que fue de 93.02 horas promedio para reparación de cada falla, con lo que se obtuvo un índice de disponibilidad de las unidades de transporte de 99.20%, por debajo de la meta de la empresa que es del 100%.

Tabla 9. *Cálculo de los índices de mantenimiento de la empresa año 2019.*

Mes	Horas de operación	Número de fallas	Horas de parada por fallas	Índice de confiabilidad (MTBF)	Índice de mantenibilidad (MTTR)	Índice de disponibilidad
Enero	48,720	1	144.0	24,360.00	144.00	0.9941
Febrero	43,680	2	144.0	14,560.00	72.00	0.9951
Marzo	48,720	5	480.0	8,120.00	96.00	0.9883
Abril	47,040	4	460.0	9,408.00	115.00	0.9879
Mayo	48,720	2	39.0	16,240.00	19.50	0.9988
Junio	47,040	3	552.0	11,760.00	184.00	0.9846
Julio	48,720	4	312.0	9,744.00	78.00	0.9921
Agosto	48,720	5	408.0	8,120.00	81.60	0.9901
Setiembre	47,040	5	240.0	7,840.00	48.00	0.9939
Octubre	65,520	6	528.0	9,360.00	88.00	0.9907
Noviembre	47,040	5	528.0	7,840.00	105.60	0.9867
Diciembre	47,040	8	816.0	5,226.67	102.00	0.9809
Total	588,000	50	4,651.0	11,529.41	93.02	0.9920

Nota: Las horas de operación se calculan con base en 120 unidades que componen la flota de transporte a razón de 14 horas diarias de funcionamiento.

En relación con la variable de costos operativos en la tabla 10 se muestra el estado de resultados de la organización en el año 2019 de manera tal de poder hacer una comparación con los resultados obtenidos después de la implementación del nuevo sistema de microfiltración. en el análisis financiero se toman en cuenta los siguientes elementos:

- a) Se toma en cuenta los ingresos correspondientes a las ventas por servicios de laboratorio, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y venta de filtros.
- b) Una vez calculados los egresos e ingresos se hace una estimación de la rentabilidad a partir de la comparación del nivel de gastos entre los ingresos en cada periodo.
- c) Al analizar la tabla se observa una rentabilidad estimada del 29.60% (Ver Tabla 10), lo cual se encuentra por debajo de las estimaciones de la organización de obtener una rentabilidad mínima del 30%, de acuerdo con información suministrada por el Gerente General.

Tabla 10. *Flujo de efectivo de la empresa año 2019 (antes de la implementación).*

FLUJO DE EFECTIVO ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN (año 2019)													
	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-19	Set-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19	TOTAL
INGRESOS													
Laboratorio	1,162	1,067	1,135	1,203	1,040	1,013	1,176	1,135	1,257	1,013	1,108	1,203	13,512
Ventas servicios correctivos	3,368	3,581	3,794	3,283	3,197	3,709	3,581	3,965	3,197	3,496	3,794	3,666	42,633
Ventas servicios preventivos	70,263	52,504	71,035	67,175	63,314	68,719	55,593	59,453	74,124	57,909	64,858	67,175	772,122
Venta de filtros	13,716	14,224	15,409	13,039	12,361	14,732	14,563	15,748	12,361	13,885	14,732	14,563	169,335
TOTAL INGRESOS	88,509	71,377	91,374	84,699	79,913	88,173	74,912	80,301	90,939	76,304	84,493	86,606	997,602
EGRESOS													
Compra de materiales	2,364	2,574	2,664	2,364	2,245	2,664	2,514	2,723	2,125	2,514	2,664	2,514	29,928
Consumo de lubricantes	8,501	8,816	9,550	8,081	7,661	9,131	9,026	9,760	7,661	8,606	9,131	9,026	104,950
Mano de obra	22,695	16,959	22,945	21,698	20,451	22,197	17,957	19,204	23,942	18,705	20,950	21,698	249,401
Mantenimiento equipos	155	165	174	151	147	171	165	182	147	161	174	169	1,960
Gastos de administración y ventas	4,611	4,236	4,504	4,772	4,128	4,021	4,665	4,504	4,986	4,021	4,397	4,772	53,616
TOTAL EGRESOS	38,327	32,749	39,837	37,066	34,632	38,183	34,326	36,374	38,862	34,007	37,315	38,178	439,855
Flujo neto económico	50,183	38,628	51,537	47,633	45,281	49,991	40,587	43,928	52,077	42,297	47,178	48,429	557,747

4.1.2. Evaluar las alternativas de mejora en la gestión de mantenimiento para reducir los costos operativos de la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C.

Tras haberse identificado las causas principales del problema y su efecto (exceso del 8,1% en los gastos de mantenimiento por lubricación de la empresa), se discutieron y aprobaron entre los miembros del equipo de consulta las siguientes opciones de mejora a partir de los resultados de la matriz de los por qué (Ver Tabla 11):

Tabla 11. *Comparación entre las propuestas de mejora y las alternativas de solución en la gestión de mantenimiento para reducir los costos operativos de la empresa*

Propuesta de mejora	Alternativa de solución
Actualización de los métodos de lubricación a tecnologías más eficientes.	Implementación de tecnología de mantenimiento por microfiltración Puradyn.
Plan de formación al personal para alinear los conocimientos y habilidades a los objetivos empresariales y los cambios tecnológicos.	Desarrollo de un plan de capacitación en mantenimiento por lubricación dirigido al personal operativo de la empresa.
Elaboración de los procedimientos de lubricación acordes con los cambios propuestos en los métodos de trabajo.	Contratación de una empresa especialista en gestión de lubricación para mejorar las actividades de mantenimiento preventivo e incrementar la eficiencia de las operaciones.

- a. Opción A: Implementación de tecnología de mantenimiento por microfiltración Puradyn, el cual es un sistema de filtración de aceite de derivación patentado de alta eficiencia que limpia de manera continua y segura el aceite del motor, el líquido de transmisión o el líquido hidráulico.
- b. Opción B: Desarrollo de un plan de capacitación en mantenimiento por lubricación dirigido al personal operativo de la empresa.
- c. Opción C: Contratación de una empresa especialista en gestión de lubricación para mejorar las actividades de mantenimiento preventivo e incrementar la eficiencia de las operaciones.

Los criterios de evaluación de la mejor solución al problema fueron realizados con base en la denominada matriz FACTIS, la cual es una herramienta que permite a un equipo o individuo identificar, analizar y calificar sistemáticamente la fuerza de las relaciones entre conjuntos de información. La matriz es especialmente útil para observar un gran número de factores de decisión y evaluar la importancia relativa de cada factor. Los criterios de dicha matriz son los siguientes:

F= La opción es fácil de implementar;

A= Tiene impacto en el desempeño de la organización;

C= Asegura e incrementa la calidad del proceso;

T= Se puede implementar en un tiempo conveniente;

I= Tiene impacto positivo en las finanzas de la empresa (inversión), y

S= Tiene impacto positivo en la seguridad de los procesos.

Para desarrollar la matriz se tomaron en cuenta los siguientes criterios de evaluación:

1= La opción considerada es muy difícil de implementar.

- 2= La opción considerada presenta dificultades para su implementación.
- 3= El nivel de facilidad o el grado de dificultad de la opción considerada es difícil de determinar:
- 4= La opción considerada se puede implementar.
- 5= La opción considerada es la que presenta las mayores facilidades y conveniencia para su implementación.

Asimismo, para el cálculo de los índices de evaluación se utilizó un factor de ponderación entre 1 y 10, en el cual el valor 10 es altamente importante y el valor uno es sin importancia. con estos criterios determinados se procedió a desarrollar la matriz que permitió seleccionar la mejor opción de mejora (Ver Tabla 12):

Tabla 12. Desarrollo de la *Matriz FACTIS* para la evaluación y selección de la propuesta de solución.

Criterio	Importancia	<i>Alternativa A:</i> Implementación de tecnología de mantenimiento por microfiltración Puradyn.			<i>Alternativa B:</i> Desarrollo de un plan de capacitación en mantenimiento por lubricación dirigido al personal operativo de la empresa.			<i>Alternativa C:</i> Contratación de una empresa especialista en gestión de lubricación para mejorar las actividades de mantenimiento preventivo.		
		Evaluación	Valor	Pts.	Evaluación	Valor	Pts.	Evaluación	Valor	Pts.
Factibilidad	9	Sistema fácil de implementar	5	45	Se cuenta con personal con experiencia para capacitar	5	45	Poca disponibilidad de empresas consultoras	2	18
Afectación	5	Mejora el desempeño general de la empresa.	5	25	Mejora el desempeño general de la empresa.	4	20	No afecta otras áreas	4	20
Calidad	8	Incrementa la calidad de las operaciones.	5	40	Mejora la calidad de las operaciones	4	32	Incrementa la calidad de las operaciones.	5	40
Tiempo	7	2 meses	3	21	2 meses	3	21	3 meses	2	14
Inversión	10	Inversión sostenible.	5	50	Inversión mínima	5	50	Inversión alta	1	10
Seguridad	6	Mejora los estándares de seguridad al ser un procedimiento más sencillo de operar.	4	24	No afecta los estándares de seguridad, ya que la capacitación está orientada al mantenimiento	2	12	Mantiene los estándares de seguridad, ya que se busca es mejorar el mantenimiento preventivo.	3	18
Totales				205			180			120

Nota: para la valoración de cada alternativa se le otorgó una puntuación a cada criterio de la matriz del 1 al 5 dependiendo del nivel de dificultad de la implementación, así como una valoración del 1 al 10 de la importancia de cada criterio de evaluación.

4.1.3. Selección de la tecnología más adecuada.

Una vez realizada la matriz de selección de alternativas, se escogen la opción A, Implementación de tecnología de mantenimiento por microfiltración Puradyn. Esto implica la implementación de un filtro de aceite de derivación en las unidades de transporte, se puede reducir el desgaste del motor ya que el filtro de flujo total no atrapa partículas de menos de 15 micrones. Los filtros de bypass Puradyn capturan partículas incluso menores de 1 micrón.

- a) Sin un filtro de derivación, el aceite se ensucia mucho más rápido, lo que acelera el desgaste del motor y requiere que se cambie con mayor frecuencia.
- b) El sistema de filtración de aceite de derivación Puradyn no afecta el flujo o la presión de aceite del motor.
- c) El sistema Puradyn no reemplaza el filtro de flujo completo convencional, funciona en conjunto con él para mejorar la filtración micro fina.

4.1.4. Definición de actividades a realizar.

De acuerdo con el Ciclo de Deming la implementación fue llevada a cabo siguiendo las siguientes actividades:

Planear

- a) Medición de los niveles actuales en los indicadores de mantenimiento
- b) Evaluar las alternativas de mejora
- c) Selección de la tecnología más adecuada.
- d) Definición de actividades a realizar.
- e) Elaboración del cronograma de trabajo.
- f) Asignación de responsabilidades y metas.
- g) Estimación de costos.

- h) Definición de los alcances del plan de mejoras.
- i) Elaboración de los diagramas de flujo.
- j) Elaboración de los procedimientos de lubricación.
- k) Organización y recopilación de los formatos referenciales.

Hacer

- a) Realización del programa de capacitación al personal.
- b) Proceso de instalación del sistema de microfiltración en las unidades.
- c) Implementación del nuevo proceso de microfiltración en las unidades.
- d) Llenado de los formatos de mantenimiento.
- e) Elaboración del diagrama analítico de proceso posterior.
- f) Cálculo de los indicadores posteriores de la implementación.

Verificar

- a) Comparación de resultados antes y después de la implementación.
- b) Evaluación de los escenarios financieros con y sin implementación.
- c) Cálculo de los indicadores financieros de la mejora: VAN, TIR, PB, B/C

Actuar

- a) Actividades de ajuste llevadas a cabo para cerrar el proceso de implementación.

4.1.5. Elaboración del cronograma de trabajo.

En la Tabla 13 se muestra el cronograma de trabajo de acuerdo con el Ciclo de Deming o PDCA:

Tabla 13. *Cronograma del ciclo de Deming para la implementación de mejoras en la gestión de mantenimiento basadas en el ciclo de Deming para reducir los costos operativos en la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C.*

ACTIVIDADES	AÑO 2020							
	ENERO				FEBRERO			
	1	2	3	4	5	6	7	8
Fase I. Planear								
1. Medición de los niveles actuales en los indicadores de mantenimiento	■							
2. Evaluar las alternativas de mejora	■							
3. Selección de la tecnología más adecuada.		■						
4. Definición de actividades a realizar.		■						
5. Elaboración del cronograma de trabajo.			■					
6. Asignación de responsabilidades y metas.			■					
7. Estimación de costos.			■					
8. Definición de los alcances del plan de mejoras.			■					
9. Elaboración de los diagramas de flujo.				■				
10. Elaboración de los procedimientos de lubricación.				■				
11. Organización y recopilación de los formatos referenciales.				■				
Fase II. Hacer								
1. Realización del programa de capacitación al personal.				■				
2. Proceso de instalación del sistema de microfiltración en las unidades.				■				
3. Implementación del nuevo proceso de microfiltración en las unidades.					■			
4. Llenado de los formatos de mantenimiento.					■			
5. Elaboración del diagrama analítico de proceso posterior.					■			
6. Cálculo de los indicadores posteriores de la implementación.					■			

ACTIVIDADES	AÑO 2020							
	ENERO				FEBRERO			
	1	2	3	4	5	6	7	8
Fase III. Verificar								
1. Comparación de resultados antes y después de la implementación.								
2. Evaluación de los escenarios financieros con y sin implementación.								
3. Cálculo de los indicadores financieros de la mejora: VAN, TIR, PB, B/C.								
Fase IV. Actuar								
1. Actividades de ajuste llevadas a cabo para cerrar el proceso de implementación.								

4.1.6. Asignación de responsabilidades.

Tabla 14. *Asignación de responsabilidades y metas.*

No.	Actividad	Responsables	Meta/resultado.
Fase I. Planear			
1	Medición de los niveles actuales en los indicadores de mantenimiento	Coordinador Técnico.	Obtención de los indicadores de mantenimiento.
2	Evaluar las alternativas de mejora	Equipo de consulta de la investigación.	Selección de la alternativa más adecuada.
3	Selección de la tecnología más adecuada.	Equipo de consulta de la investigación.	Selección de la alternativa más adecuada.
4	Definición de actividades a realizar.	Coordinador Técnico.	Plan de actividades.
5	Elaboración del cronograma de trabajo.	Supervisor Técnico.	Cronograma de trabajo.
6	Asignación de responsabilidades y metas.	Coordinador Técnico	Plan de responsabilidades y metas.
7	Estimación de costos.	Gerente General.	Presupuesto estimado.
8	Definición de los alcances del plan de mejoras.	Coordinador Técnico	Objetivos de la implementación.
9	Elaboración de los diagramas de flujo.	Coordinador Técnico.	Diagrama de flujo de los subprocesos.
10	Elaboración de los procedimientos de lubricación.	Supervisor Técnico.	Manuales de procedimientos.
11	Organización y recopilación de los formatos referenciales.	Coordinador Técnico.	Formatos de trabajo.
Fase II. Hacer			
1	Realización del programa de capacitación al personal.	Supervisor Técnico.	Personal operativo 100% capacitado.
2	Proceso de instalación del sistema de microfiltración en las unidades.	Supervisor Técnico.	Cumplimiento del proceso al 100%

No.	Actividad	Responsables	Meta/resultado.
3	Implementación del nuevo proceso de microfiltración en las unidades.	Coordinador Técnico.	Cumplimiento del proceso al 100%
4	Llenado de los formatos de mantenimiento.	Coordinador Técnico.	Uso adecuado de los formatos por parte del personal operativo.
5	Elaboración del diagrama analítico de proceso posterior	Coordinador Técnico.	Nuevo DAP.
5	Cálculo de los indicadores posteriores de la implementación.	Coordinador Técnico.	Indicadores posteriores
Fase III. Verificar			
1	Comparación de resultados antes y después de la implementación.	Coordinador Técnico.	Análisis comparativo.
2	Evaluación de los escenarios financieros con y sin implementación.	Coordinador Técnico/Gestor Administrativo.	Flujo de efectivo proyectado.
3	Cálculo de los indicadores financieros de la mejora: VAN, TIR, PB, B/C.	Coordinador Técnico/Asesor Financiero.	Indicadores financieros.
Fase IV. Actuar			
1	Actividades de ajuste llevadas a cabo para cerrar el proceso de implementación	Coordinador Técnico.	Acciones post implementación.

4.1.7. Estimación de costos.

En la Tabla 15 se muestra los costos incurridos para la implementación de mejoras en la gestión de mantenimiento basadas en el ciclo de Deming para reducir los costos operativos en la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C.

Tabla 15. *Estimación de costos de inversión.*

Descripción	Inversión en soles
Salarios investigador (Coordinador Técnico)	18,117.00
Horas hombre personal de apoyo (implementación)	11,500.00
Gastos para plan de capacitación	2,500.00
Manguera de presión motor Puradyn articulado	6,900.00
Manguera de retorno motor Puradyn articulado	14,100.00
Unidad Puradyn motor PFT - 40	188,120.00
Mano de obra por instalación de sistema	19,480.00
Total	260,717.00

Nota: los costos asociados a la implementación de la tecnología Puradyn implica la instalación en las 120 unidades de transporte atendidas por la organización.

4.1.8. Definición de los alcances del plan de mejoras.

Los alcances planteados para la implementación de mejoras en la gestión de mantenimiento basadas en el ciclo de Deming para reducir los costos operativos en la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C. fueron los siguientes:

- a) Actualización de los sistemas de filtración de las 120 unidades atendidas por la empresa a una tecnología basada a microfiltración con la adquisición del sistema Puradyn.

- b) Creación de los manuales de procedimientos acordados para el cumplimiento de los cambios en la tecnología dentro de la organización.
- c) Capacitación de todo el personal supervisores y operativos respecto a la implementación de la tecnología Puradyn en los procesos de mantenimiento por lubricación en la organización.
- d) Estimación de las mejoras desde el punto de vista organizacional, operativo y financiero con la implementación de los cambios planeados.

4.1.9. Elaboración de los diagramas de flujo para la actualización de los métodos de lubricación a tecnologías más eficientes.

Los procedimientos acordados para las unidades de transporte a las cuales la empresa les realiza mantenimiento son los siguientes: a) cambio de aceite de motor; b) cambio de filtro de aceite motor y c) mantenimiento de la Unidad Puradyn motor. Para cada uno de ellos se elaboró un diagrama de flujo que permitiera una visualización de las actividades necesarias para el cumplimiento de cada uno de estos subprocesos (Ver Figuras 21, 22 y 23).

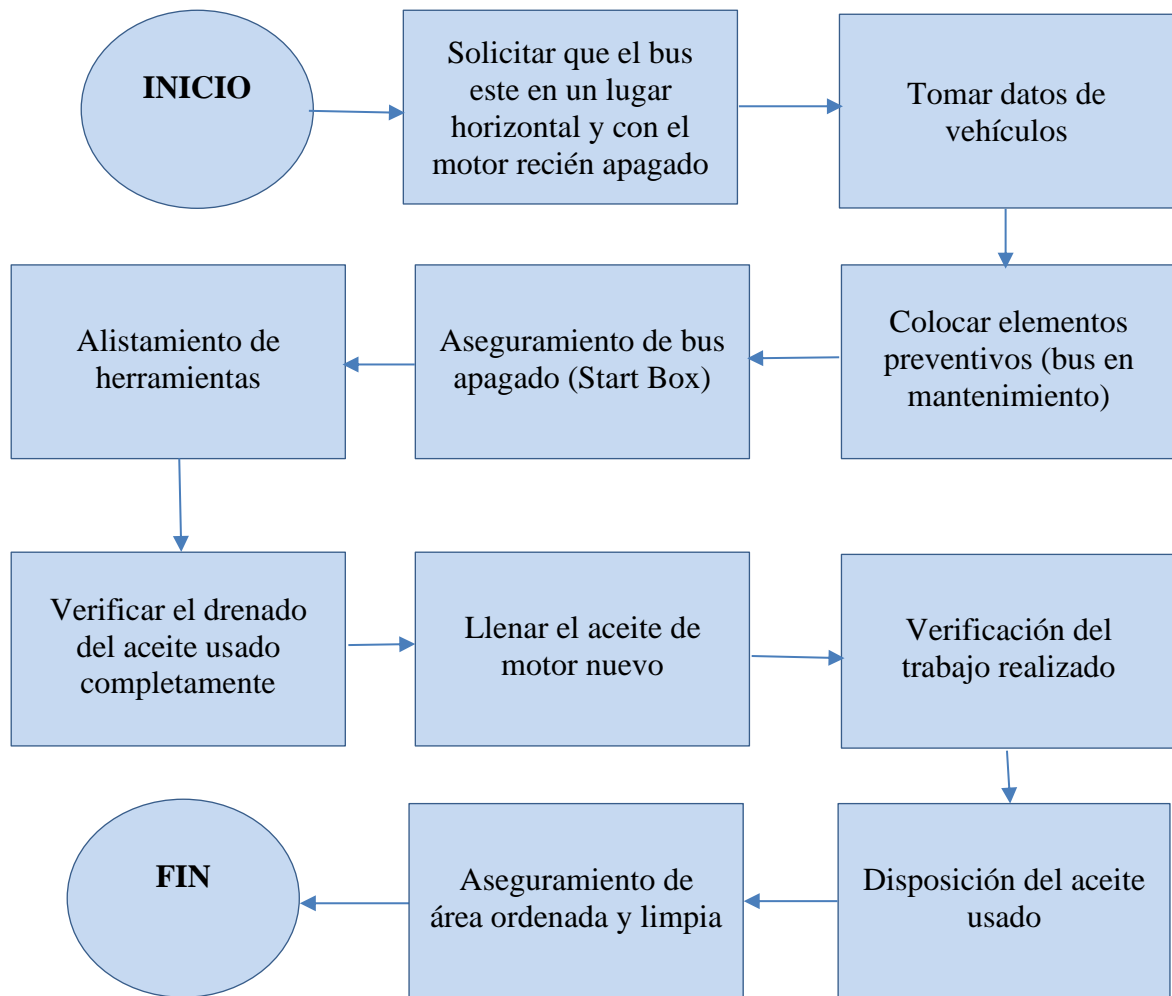


Figura 21. Diagrama de proceso del cambio de aceite de motor

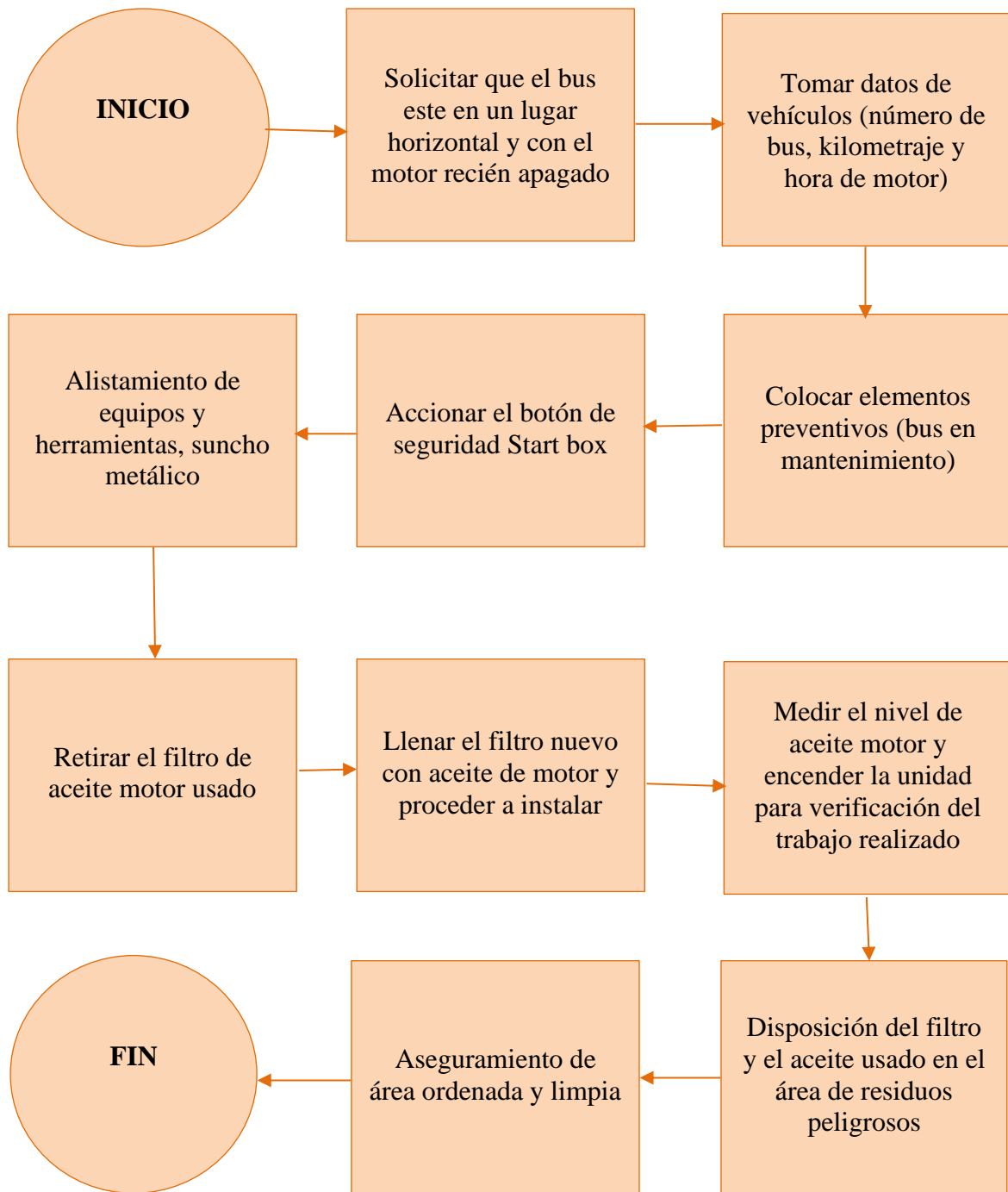


Figura 22. Diagrama de proceso del cambio de filtro de aceite de motor.

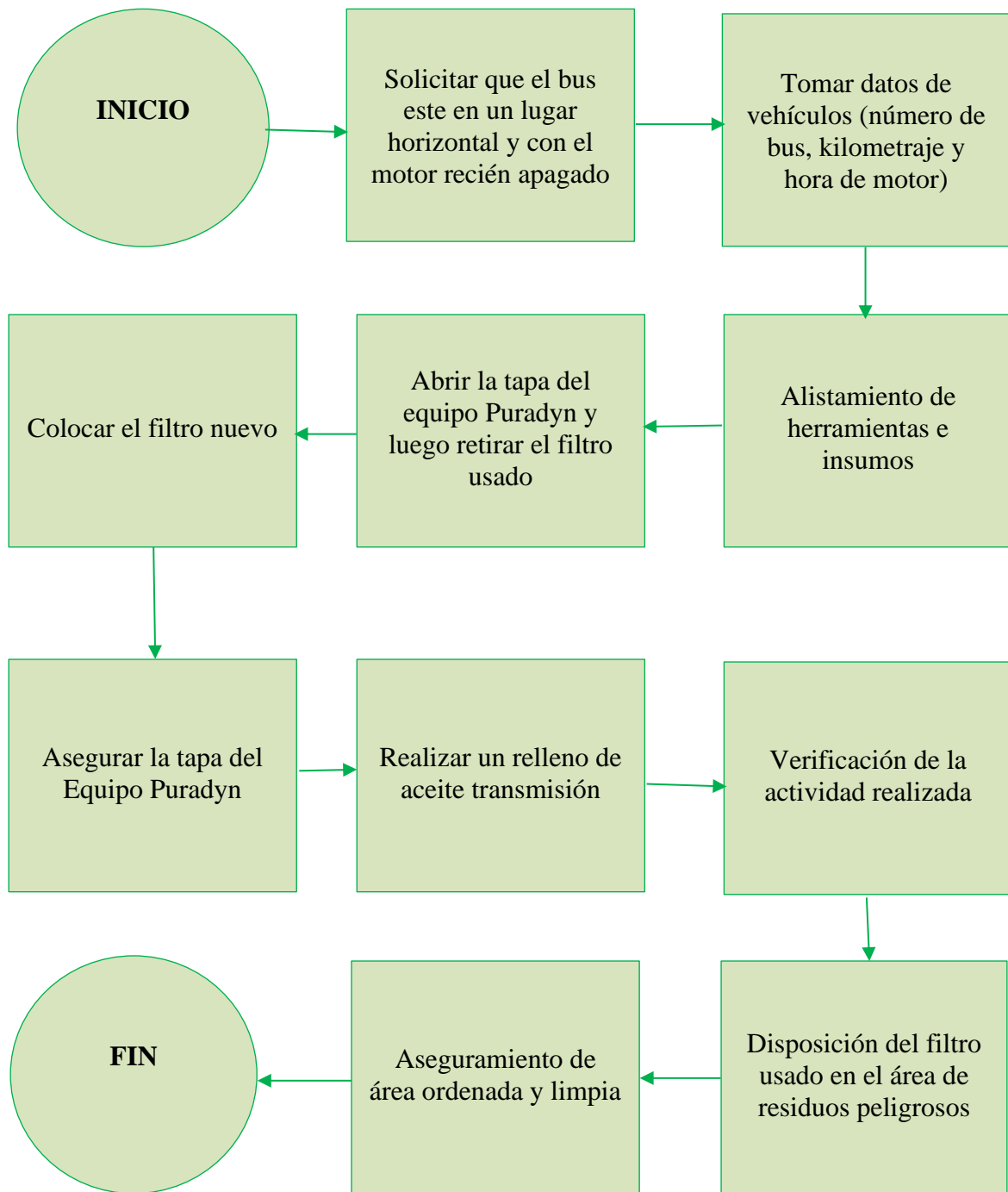


Figura 23. Diagrama de proceso del cambio de filtro Puradyn motor

4.1.10. Elaboración de los procedimientos de lubricación acordes con los cambios propuestos en los métodos de trabajo.

Al ser definidas las actividades, se llevó a cabo la redacción de los procedimientos, los cuales se resumen en la Tabla 16 y se muestran en los anexos 4,5 y 6:

Tabla 16. *Elaboración de los procedimientos de lubricación.*

Procedimiento	Objetivo	Referencia
Cambio de filtro de aceite de motor	El objeto de este procedimiento es establecer la metodología para el cambio de filtro de aceite de motor.	Anexo 4
Cambio de aceite de motor	El objeto de este procedimiento es establecer la metodología para el cambio de aceite de motor.	Anexo 5
Cambio de filtro Puradyn motor	El objeto de este procedimiento es establecer la metodología para la actividad Cambio Filtro Puradyn Motor	Anexo 6

4.2.3. Organización y recopilación de los formatos referenciales.

Se llevó a cabo la elaboración de los formatos referenciales que permitieran el control y seguimiento de cada uno de los subprocesos: a) cambio de aceite de motor (Ver Figura 24); b) cambio de filtro de aceite motor (Ver Figura 25) y c) mantenimiento de la Unidad Puradyn motor (Ver Figura 26).

PLAN DE MANTENIMIENTO BUS ALIMENTADOR - ARTICULADO					Código: MT-F-063	
CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR					Emisión: 04 - 02 - 2020	
					Versión: 00	
NÚMERO DEL BUS		HORA INICIO				
KILOMETRAJE		HORA FINAL				
HORAS MOTOR		FECHA				
QT		SERIE MOTOR				
GRUPO	SECCION	TIEMPO (HH)	ACTIVIDAD REALIZADA?		OBSERVACIONES	
			SI	NO		
ADMINISTRATIVO	1	Verificar que existan las cantidades de insumos requeridos para este mantenimiento.				
	2	Tomar datos del vehículo (Número interno , Kilometraje)				
	3	Instalar los elementos preventivos, (Vehículo en mantenimiento)				
	4	Activar switch apagado de motor y master				
	5	Ajustamiento de herramientas				
PROCEDIMIENTO	1	Ubicación caneca recolectora de aceite				
	2	Retirar el tapón de Carter				
	3	Tomar muestra de aceite				
	4	Parar datos en muestra de aceite				
	5	Retirar filtro de flujo total				
	6	Limpiar de tapón de Carter				
	7	Ajustar tapón de Carter (500mmetro)				
	8	Llenado de filtro de aceite con aceite limpio				
	9	Ajuste de filtro (manual) de aceite nuevo				
	10	Llenado de aceite nuevo 15W-40 GEO				
CONTROL FINAL	1	Disponer los elementos contaminados con aceite y grasa en las canecas destinadas para tal fin				
	2	Dejar el área de trabajo limpia y ordenada				
NOMBRE PERSONAL TECNICO	1.-			4.-		
	2.-			5.-		
	3.-			6.-		
INSUMOS		REPUESTOS		HERRAMIENTAS		
1.-	1.-	1.-		1.-		
2.-	2.-	2.-		2.-		
3.-	3.-	3.-		3.-		
4.-	4.-	4.-		4.-		
5.-	5.-	5.-		5.-		
6.-	6.-	6.-		6.-		
OBSERVACIONES (PURADYN)			OBSERVACIONES (CGM)			
NOMBRE TECNICO / LIDER PURADYN		FIRMA TECNICO / LIDER PURADYN				
NOMBRE CGM		FIRMA CGM				

Figura 24. Formato plan de mantenimiento- cambio de aceite motor

PLAN DE MANTENIMIENTO BUS ALIMENTADOR - ARTICULADO				Código: MT-F-086	
CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE MOTOR				Emisión: 04 - 02 - 2020	
10 000 KM				Versión: 00	
NÚMERO DEL BUS			HORA INICIO		
KILOMETRAJE			HORA FINAL		
HORAS MOTOR			FECHA		
OT			CODIGO TECNICO		
GRUPO	SECCION	TIEMPO (H-M)	ACTIVIDAD REALIZADA?		OBSERVACIONES
			SI	NO	
ADMINISTRATIVO	1	Verificar que existan las cantidades de insumos requeridos para este mantenimiento.			
	2	Tomar datos del vehiculo (Numero interno , kilometraje)			
	3	Instalar los elementos preventivos, (Vehiculo en mantenimiento)			
	4	Activar switch apagado de motor y master			
	5	Aislamiento de herramientas			
PROCEDIMIENTO	1	Ubicación caneca recolectora de aceite			
	2	Limpia base para filtro			
	3	Desmontar filtro			
	4	Colocar filtro			
	5	Adicionar aceite para compensar nivel			
CONTROL FINAL	1	Disponer los elementos contaminados con aceite y grasa en las canecas destinadas para tal fin.			
	2	Dejar el area de trabajo limpia y ordenada			
NOMBRE PERSONAL TECNICO	1.-			4.-	
	2.-			5.-	
	3.-			6.-	
INSUMOS	REPUESTOS		HERRAMIENTAS		
1.-	1.-			1.-	
2.-	2.-			2.-	
3.-	3.-			3.-	
4.-	4.-			4.-	
5.-	5.-			5.-	
6.-	6.-			6.-	
OBSERVACIONES (PURADYN)			OBSERVACIONES (CGM)		
NOMBRE TECNICO / LIDER PURADYN			FIRMA TECNICO / LIDER PURADYN		
NOMBRE CGM			FIRMA CGM		

Figura 25. Formato plan de mantenimiento – cambio filtro de aceite

PLAN DE MANTENIMIENTO BUS ALIMENTADOR - ARTICULADO				Código: MT-F-096		
MANTENIMIENTO PURADYN MOTOR				Emisión: 04 - 02 - 2020		
29.000 KM				Versión: 00		
NUMERO DEL BUS				HORA INICIO		
KILOMETRAJE				HORA FINAL		
HORAS MOTOR				FECHA		
OT				CODIGO TECNICO		
GRUPO	SECCION			TIEMPO	ACTIVIDAD REALIZADA?	
				(HH)	SI	NO
MOTOR	FILTRO PURADYN	1	Inspeccion de fuga de la Unidad PURADYN			
		2	Limpieza de la unidad PURADYN			
		3	Poner el motor hasta lograr temperatura de operación.			
		4	Limpieza válvula de toma de muestra			
		5	Apagar el motor			
		6	Retirar tapa de la unidad PURADYN			
		7	Retirar filtro intercambiable PURADYN			
		8	Instalar nuevo filtro PURADYN y cambiar anillos			
		9	Instalar y ajustar tapa de la unidad PURADYN			
		10	Hacer adición de aceite motor y escribir en la OT la cantidad de aceite en litros			
		11	Poner el motor para llevar unidad filtradora			
		12	Apagar motor y después de 5 minutos, hacer medición de nivel de aceite.			
		13	Añadir aceite faltante por consumo hasta completar nivel preciso.			
		14	Inspeccion total del sistema para dar conformidad de operación			
NOMBRE PERSONAL TECNICO		1.-		4.-		
		2.-		5.-		
		3.-		6.-		
INSUMOS	REPUESTOS	HERRAMIENTAS				
1.-	1.-	1.-				
2.-	2.-	2.-				
3.-	3.-	3.-				
4.-	4.-	4.-				
5.-	5.-	5.-				
6.-	6.-	6.-				
OBSERVACIONES (PURADYN)			OBSERVACIONES (CGM)			
NOMBRE TECNICO / LIDER PURADYN		FIRMA TECNICO / LIDER PURADYN				
NOMBRE CGM		FIRMA CGM				

Figura 26. Formato plan de mantenimiento- mantenimiento Puradyn

4.2 Ejecución de las mejoras en la gestión de mantenimiento (Fase II del ciclo de Deming: Hacer)

Las actividades de la Fase II (Hacer) se muestran en la Figura 27:

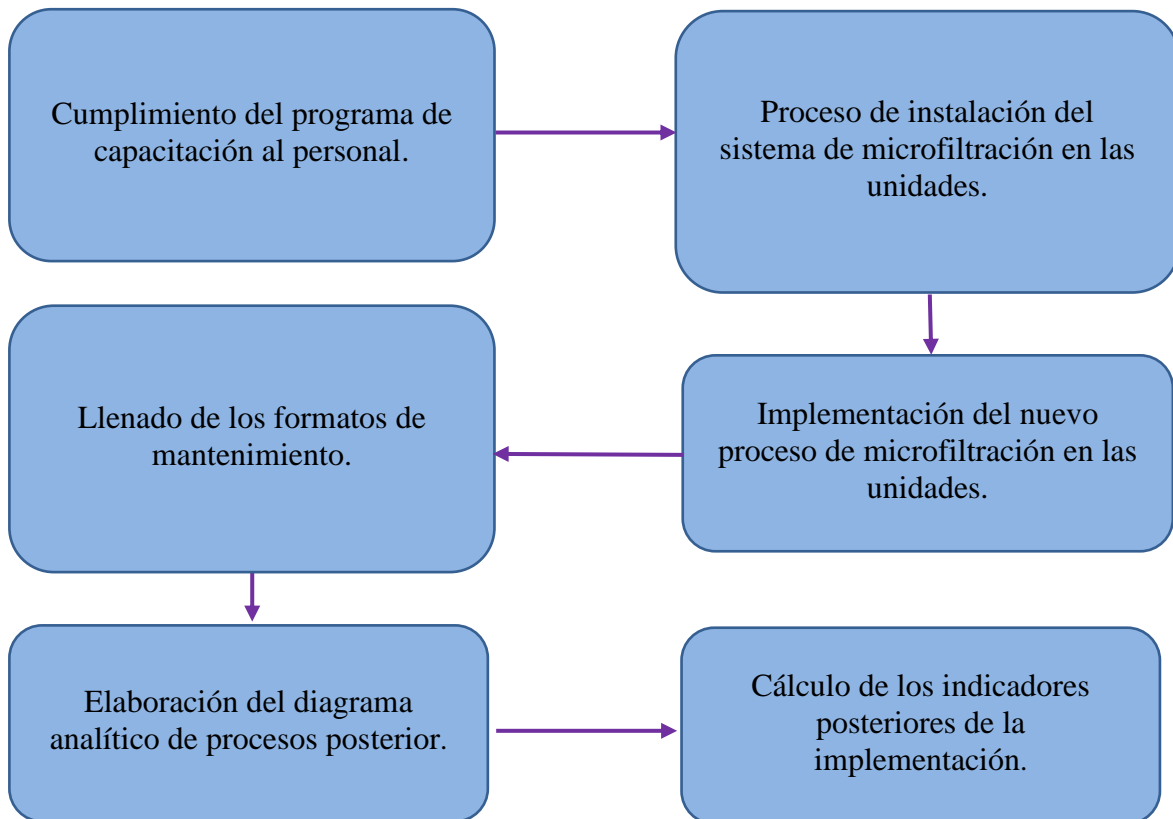


Figura 27. Actividades de la Fase II del ciclo de Deming: Hacer las mejoras de la gestión de mantenimiento de la empresa.

4.2.1. Realización del programa de capacitación al personal para alinear los conocimiento y habilidades a los objetivos empresariales y los cambios tecnológicos.

En la Tabla 17 se describe el proceso de capacitación al personal para la adaptación al cambio de sistema de lubricación por microfiltración:

Tabla 17. *Plan de capacitación al personal.*

Aspecto por considerar	Descripción
Objetivo:	Alinear los conocimientos y habilidades del personal del área de Operaciones a los objetivos empresariales y los cambios tecnológicos con la implementación del sistema de lubricación por microfiltración Puradyn.
Dirigido a:	Personal del área de Operaciones
Facilitador:	Personal de capacitación de la empresa proveedora (Puradyn)
Contenido:	<p>Descripción, beneficios y ventajas del sistema.</p> <p>Impacto de la implementación de Puradyn en las unidades de transporte y las operaciones de la empresa.</p> <p>Proceso de instalación del filtro.</p> <p>Medidas preventivas.</p> <p>Prácticas en operaciones.</p> <p>Evaluación de los resultados.</p>

4.2.2. Proceso de instalación del sistema de microfiltración en las unidades.

Luego de la capacitación, se procedió a la instalación del sistema de microfiltración en las unidades del sistema de transporte metropolitano a las cuales presenta servicio de mantenimiento por lubricación la empresa. en el Anexo 6 se muestra una evidencia fotográfica del proceso, el cual se llevó a cabo cumpliendo con las siguientes actividades:

- a) Verificación de las piezas y componentes del sistema.
- b) Drenaje del aceite de la unidad de transporte.
- c) Retirar tapón secundario que se encuentra en el lado derecho del cárter de motor.
- d) Instalar racor en el cárter y colocar el acople tipo codo.
- e) Montar unidad Puradyn motor.
- f) Montar válvula de entrada / toma muestra, racor.
- g) Montar válvula de desfogue.
- h) Montar racor de retorno.
- i) Montar manguera de retorno.
- j) Montar manguera de presión en la válvula de entrada
- k) Retirar tapón de monoblock del motor / lado superior derecho.
- l) Instalar racor, válvula de presión y manguera de presión Puradyn motor.
- m) Colocar filtro Puradyn PFT 40 / llenar aceite al motor / dejar en su nivel adecuado según medición con varilla / encender el motor de 15 a 20 minutos / apagar el motor y esperar 15 minutos aproximadamente / volver a medir el nivel de aceite y completar.

4.2.3. Implementación del nuevo proceso de microfiltración en las unidades.

Una vez instalado el sistema de microfiltración en la unidades, se implementó el proceso de mantenimiento, de acuerdo con los lineamientos establecidos en los procedimientos diseñados. En la Figura 28 se muestra una evidencia visual de la ejecución del proceso de mantenimiento:

PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PURADYN CADA 20,000 KM

Señalización Toma de datos



Limpeza de unidad microfiltración Abrir tapa de unidad de microfiltración Unidad abierta



Retirar filtro Puradyn Alistar filtro Puradyn nuevo Colocar filtro Puradyn nuevo



Cerrar y ajustar tapa Limpieza de varilla de nivel d aceite Retirar varilla de medición de nivel de aceite motor



Lectura de nivel de aceite Relleno de aceite para compensar nivel Retirar letrero de seguridad trabajo terminado



Figura 28. Implementación del nuevo proceso de microfiltración en las unidades

4.2.4. Llenado de los formularios de mantenimiento

Una vez implementado el cambio y el proceso de capacitación, se procedió a cumplir con el llenado de los formularios de mantenimiento, como se evidencia en las Figuras 29 a 32:

PLAN DE MANTENIMIENTO BUS ALIMENTADOR - ARTICULADO				Código: MTC-083	
CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR				Revisión: 08-02-2020	
Versión: 00					
NUMERO DEL BUS	24017	HORA INICIO	10:30 am		
PLANTILLA	857839	HORA FINAL	11:03 am		
TIEMPO MOTOR	45732	FECHA	24/02/2020		
OT	297565	SERIE MOTOR	34-71945		
GRUPO	REGIÓN	TIEMPO (MIN)	ACTIVIDAD REALIZADA	SI	NO
ADMINISTRATIVO	1. Verificar que se cumpla con el estado de limpieza y orden para todo mantenimiento.	0.5 minutos	✓		
	2. Tomar datos de partes (partes críticas), observación.	1 minuto	✓		
	3. Verificar los niveles de lubricación, controlado en mantenimiento.	0.5 minutos	✓		
	4. Aplicar el tipo correcto de aceite a motor.	0.5 minutos	✓		
	5. Ajustar los niveles de aceite.	0.5 minutos	✓		
PROCEDIMIENTO	1. Ubicarse cerca del motor de la zona.	1 minuto	✓		
	2. Retirar el tapón de aceite.	1 minuto	✓		
	3. Tomar muestra de aceite.	3 minutos	✓		
	4. Retirar aceite en frascos de aceite.	1 minuto	✓		
	5. Verificar el nivel de aceite.	1 minuto	✓		
	6. Limpieza de la zona de aceite.	1 minuto	✓		
	7. Verificar el nivel de aceite (30 segundos).	1 minuto	✓		
	8. Verificar el nivel de aceite (30 segundos).	1 minuto	✓		
	9. Verificar el nivel de aceite (30 segundos).	1 minuto	✓		
	10. Verificar el nivel de aceite (30 segundos).	1 minuto	✓		
CONTROL FINAL	1. Chequear los niveles de aceite con aceite y grasa en las partes críticas del motor.	2 minutos	✓		
	2. Dar el visto bueno al jefe de mantenimiento.	1 minuto	✓		
NOMBRE PERSONAL TÉCNICO		Ronal Torres Asociados			
INSUMOS		REPUESTOS		HERRAMIENTAS	
22 Litros de aceite 15W/40		1 Filtro Fluso 1 FRASCO		1 Balanza de 1/2" 1 Dado medidor de 1/2" a 1/4" 1 Culebra	
OBSERVACIONES (PURAOT)			OBSERVACIONES (CGM)		
NOMBRE TÉCNICO / LIDER PURAOT		FIRMA TÉCNICO / LIDER PURAOT			
Luis Mejares					
NOMBRE CGM		FIRMA CGM			
Juan Medina					

Figura 29. Formulario de cambio de aceite motor completado por el técnico.

PLAN DE MANTENIMIENTO BUS ALIMENTADOR - ARTICULADO					Código: MT-006
CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE MOTOR					Edición: 04-07-2020
10.000 KM					Version: 00
NÚMERO DEL BUS	21017	HORA INICIO	10:36		
KILOMETRAJE	857839	HORA FINAL	10:46		
HORAS MOTOR	45732	FECHA	04/02/2020		
DT	292566	CODIGO TECNICO	Q.T		
GRUPO	SECCION	TIEMPO (min)	ACTIVIDAD REALIZADA	OBSERVACIONES	
ADMINISTRATIVO	1. Verificar que los datos del combustible (litros) estén ingresados correctamente.	0.5	✓		
	2. Tomar datos del vehículo (kilómetros, horas, etc.).	1 min	✓		
	3. Pasar los registros por sistema (verificar el funcionamiento).	0.5 min	✓		
	4. Ajustar el nivel de aceite y agua.	0.5 min	✓		
	5. Análisis de resultados.	0.5 min	✓		
PROCEDIMIENTO	1. Verificar que el motor esté apagado.	1 min	✓		
	2. Limpiar el motor.	0.5 min	✓		
	3. Desconectar.	1 min	✓		
	4. Conectar.	1 min	✓		
	5. Ajustar el nivel de aceite y agua.	1 min	✓		
CONTROL FINAL	6. Inspeccionar los niveles de aceite y agua y verificar el funcionamiento del motor.	1 min	✓		
	7. Depurar las partes de aceite y agua.	1 min	✓		
NOMBRE PERSONAL TÉCNICO	Ronal Torres Ascencio				
RESUMOS	REPUESTOS	HERRAMIENTAS			
1. Filtro de aceite	1. Filtro de aceite	Succión metálica			
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
OBSERVACIONES (PURADYN)			OBSERVACIONES (CGM)		
NOMBRE TÉCNICO / LIDER PURADYN	Laura Heliana	FIRMA TÉCNICO / LIDER PURADYN			
NOMBRE CGM	Susan Heliana	FIRMA CGM			

Figura 30. Formulario de cambio de filtro de aceite motor completado por el técnico.

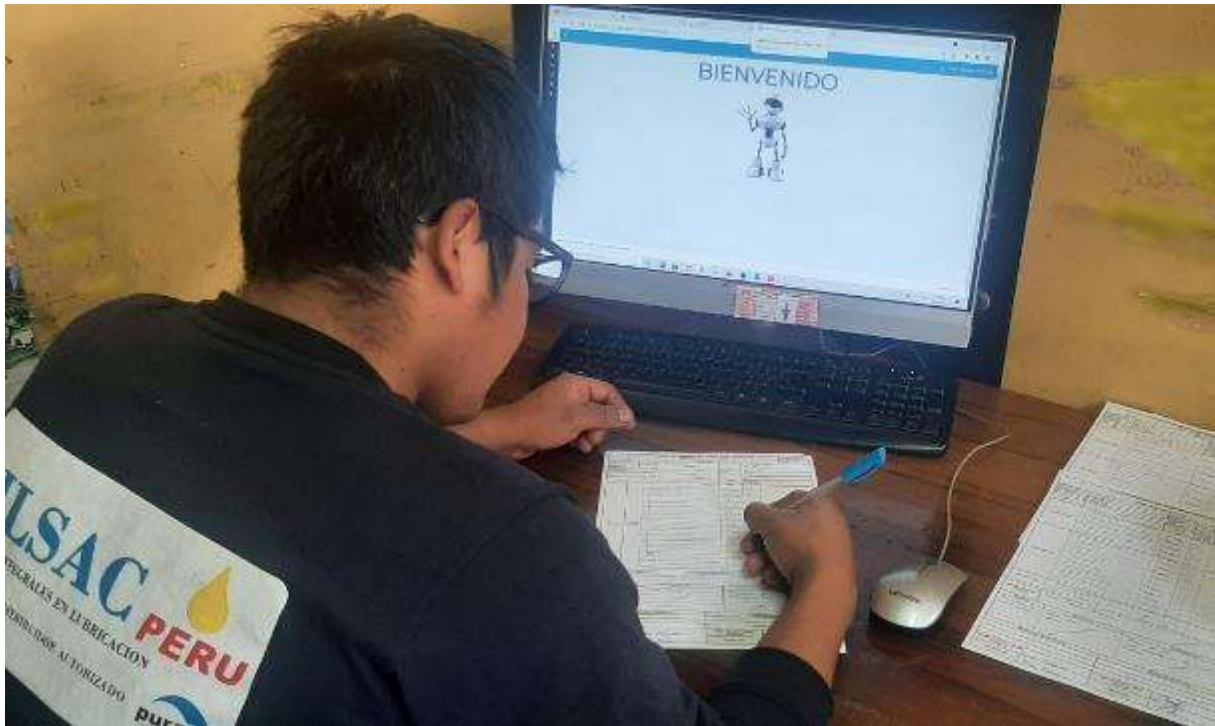


Figura 32. Técnico llenando los formularios de mantenimiento.

4.2.5. Elaboración del diagrama analítico de proceso posterior a la implementación de los cambios.

En la Figura 33 se muestra el diagrama analítico de proceso posterior a la implementación de los cambios, en el que se aprecia una reducción de 50% en el tiempo de operaciones y se logró simplificar las actividades de las 17 iniciales a 14 con la nueva metodología.

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO									
Hoja N° _____ De: _____ Diagrama N°: __1__		Operar. <input checked="" type="checkbox"/> Mater. <input type="checkbox"/> Maqui. <input type="checkbox"/>							
Proceso: Mantenimiento Puradyn Motor		RESUMEN							
Fecha: 08/02/2020		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.			
El estudio inicia:		●	Operación	12	9	-25%			
Método: Actual: _____ Propuesto: __x__		→	Transporte	1	1	0%			
Producto:		■	Inspección	2	2	0%			
Nombre del operario:		◐	Espera	1	1	0%			
Elaborado por: Junior Alexis López		▼	Almacenaje	1	1	0%			
Tamaño del Lote: 1 Unidad de Transporte		Total de Actividades realizadas		17	14	-18%			
		Distancia total en metros		30	30	0%			
		Tiempo min/hombre		40	20	-50%			
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS				
					●	→	■	◐	▼
1	Solicitar bus en lugar horizontal y con motor apagado	1		30.0					
2	Tomar datos del vehículo y colocar letrero preventivo	1	5.0	60.0					
3	Alistamiento de herramientas e insumos	1		180.0					
4	transportar herramientas e insumos hasta el bus designado	1	5.0	60.0					
5	Accionar boton de seguridad (bloqueo encendido de motor)	1		5.0					
6	Abrir la tapa del equipo Puradyn y retirar el filtro usado	1		150.0					
7	Colocar el filtro Puradyn nuevo	1		30.0					
8	Colocar y asegurar la tapa del equipo Puradyn	1		60.0					
9	Medir el nivel de aceite en el motor	1		30.0					
10	Realizar un relleno de 4 litros de aceite al motor	1		120.0					
11	Verificacion de la actividad realizada	1		60.0					
12	Disposicion del filtro usado en el area de residuos peligrosos	1	20.0	180.0					
13	Aseguramiento del área oredena y limpia	1		120.0					
14	Llenar formato de la actividad realizada (orden de trabajo)	1		120.0					
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
Tiempo Minutos: 20.1		m	30.0	1,205.0	s				

Figura 33. Cursograma analítico de proceso implementado.

4.2.6 Cálculo de los indicadores posteriores de la implementación

En la Tabla 18 se muestran los resultados en los gastos por uso de lubricantes después de la implementación:

Tabla 18. *Presupuesto de gastos por uso de lubricantes año 2020.*

Mes	Gastos presupuestados	Gasto reales	Diferencia	Variación
Enero	20,000.00	15,692.09	-4,307.91	-21.54%
Febrero	20,000.00	16,596.68	-3,403.32	-17.02%
Marzo	20,000.00	5,717.50	-14,282.50	-71.41%
Abril	20,000.00	5,983.77	-14,016.23	-70.08%
Mayo	20,000.00	6,689.26	-13,310.74	-66.55%
Junio	20,000.00	9,264.23	-10,735.77	-53.68%
Julio	20,000.00	8,286.07	-11,713.93	-58.57%
Agosto	20,000.00	6,674.87	-13,325.13	-66.63%
Septiembre	20,000.00	8,242.40	-11,757.60	-58.79%
Octubre	20,000.00	7,003.10	-12,996.90	-64.98%
Noviembre	20,000.00	7,285.28	-12,714.72	-63.57%
Diciembre	20,000.00	7,514.55	-12,485.45	-62.43%
Total	240,000.00	104,949.80	-135,050.20	-56.27%

Nota: del comportamiento de los gastos por el uso de lubricantes se observa un ahorro del 56.27% entre lo presupuestado y los gastos reales, lo que favoreció a disminuir los costos operativos de la empresa e inciden positivamente sobre su eficiencia económica.

Asimismo, con los datos suministrados por la empresa respecto a la gestión de mantenimiento del año 2020 (Ver detalles en Anexo 9), se procedió al cálculo de los índices de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad a las unidades de transporte a las cuales la empresa presta servicios (Ver Tabla 19).

Tabla 19. *Cálculo de los índices de mantenimiento de la empresa año 2020.*

Mes	Horas de operación	Número de fallas	Horas de parada por fallas	Índice de confiabilidad (MTBF)	Índice de mantenibilidad (MTTR)	Índice de disponibilidad
Enero	43,680	4	314.0	8,736.00	78.50	0.9911
Febrero	45,360	4	351.0	9,072.00	87.75	0.9904
Marzo	29,680	2	217.0	9,893.33	108.50	0.9892
Abril	23,520	2	222.0	7,840.00	111.00	0.9860
Mayo	24,360	5	288.0	4,060.00	57.60	0.9860
Junio	31,360	2	171.0	10,453.33	85.50	0.9919
Julio	40,600	1	180.0	20,300.00	180.00	0.9912
Agosto	48,720	2	93.0	16,240.00	46.50	0.9971
Setiembre	47,040	1	148.0	23,520.00	148.00	0.9937
Octubre	47,040	2	151.0	15,680.00	75.50	0.9952
Noviembre	48,720	1	107.0	24,360.00	107.00	0.9956
Diciembre	47,040	2	92.0	15,680.00	46.00	0.9971
Total	477,120	28	2,334	16,452.41	83.36	0.9950

Nota: Las horas de operación se calculan con base en 120 unidades que componen la flota de transporte a razón de 14 horas diarias de funcionamiento. Durante los meses de marzo, abril mayo y junio de 2020 se redujo la operatividad de los equipos en un 50%.

Para apreciar el impacto financiero de los indicadores de mantenimiento, se elaboró en la Tabla 20, un resumen de las variaciones en términos de ahorro de los inductores relacionados con mantenimiento (horas de operación, costo hora/hombre, número de fallas y costo de mantenimiento correctivo):

Tabla 20. *Impacto financiero de los indicadores de mantenimiento.*

Descripción	Antes de la implementación	Después de la implementación	Variación
Horas de paradas por fallas	4,651	2,334	-2,337
Costo mano de obra mantenimiento correctivo (S/.)	46,603.02	23,386.68	-23,215.34
Número de fallas	50	28	-22
Gastos en mantenimiento correctivo (S/.)	14,876.57	7,057.64	-7,818.93
Gasto promedio (S/.)	297.53	252.05	-48.48

Nota: con los cambios originados por la implementación de la mejora se alcanzó una reducción del 49.81% en el costo de mano de obra por mantenimiento correctivo, y la reducción del número de fallas logró una disminución del 52.55% por ciento en los gastos por mantenimiento correctivo así como una reducción en 15.28% en el gasto promedio por unidad.

En relación con la variable de costos operativos en la tabla 21 se muestra el estado de resultados la organización en el año 2020 de manera tal de poder hacer una comparación con los resultados obtenidos después de la implementación del nuevo sistema de microfiltración.

Tabla 21. *Flujo de efectivo de la empresa año 2020 (después de la implementación).*

FLUJO DE EFECTIVO DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN (año 2020)													
	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20	TOTAL
INGRESOS													
Laboratorio	1,162	1,067	1,135	1,203	1,040	1,013	1,176	1,135	1,257	1,013	1,108	1,203	13,512
Ventas servicios correctivos	3,368	3,581	3,794	3,283	3,197	3,709	3,581	3,965	3,197	3,496	3,794	3,666	42,633
Ventas servicios preventivos	70,263	52,504	71,035	67,175	63,314	68,719	55,593	59,453	74,124	57,909	64,858	67,175	772,122
Venta de filtros	13,716	14,224	15,409	13,039	12,361	14,732	14,563	15,748	12,361	13,885	14,732	14,563	169,335
TOTAL INGRESOS	88,509	71,377	91,374	84,699	79,913	88,173	74,912	80,301	90,939	76,304	84,493	86,606	997,602
EGRESOS													
Compra de materiales	2,364	2,574	2,664	2,364	2,245	2,664	2,514	2,723	2,125	2,514	2,664	2,514	29,928
Consumo de lubricantes	8,501	8,816	9,550	8,081	7,661	9,131	9,026	9,760	7,661	8,606	9,131	9,026	104,950
Mano de obra	22,695	16,959	22,945	21,698	20,451	22,197	17,957	19,204	23,942	18,705	20,950	21,698	249,401
Mantenimiento equipos	155	165	174	151	147	171	165	182	147	161	174	169	1,960
Gastos de administración y ventas	4,611	4,236	4,504	4,772	4,128	4,021	4,665	4,504	4,986	4,021	4,397	4,772	53,616
TOTAL EGRESOS	38,327	32,749	39,837	37,066	34,632	38,183	34,326	36,374	38,862	34,007	37,315	38,178	439,855
Flujo neto económico	50,183	38,628	51,537	47,633	45,281	49,991	40,587	43,928	52,077	42,297	47,178	48,429	557,747

Nota: Con los cambios en el sistema de microfiltración se logró una reducción importante en el consumo de lubricantes que impacta el resultado general de la organización, lo que se aprecia en un incremento de la rentabilidad hasta 40.14%.

4.3 Verificación de las mejoras en la gestión de mantenimiento (Fase III del ciclo de Deming: Verificar)

4.3.1. Comparación de resultados antes y después de la implementación.

Al finalizar las actividades correspondientes a la fase II, se hizo una comparación de resultados antes y después de la implementación del plan de mejoras en la gestión de mantenimiento basadas en el ciclo de Deming para reducir los costos operativos en la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C. en la Tabla 22 se muestran los resultados en la gestión de mantenimiento:

Tabla 22. *Variaciones en los indicadores de mantenimiento antes y después de la implementación.*

Indicadores relacionados con el mantenimiento			
Descripción	Año 2019	Año 2020	Variación
Número de fallas	50	28	-44.00%
Horas de parada por fallas	4,651	2,334	-49.82%
Índice de confiabilidad	11,529.41	16,452.41	42.70%
Índice de mantenibilidad	93.02	83.36	-10.38%
Índice de disponibilidad	0.9920	0.9950	0.30%

Nota: el año 2019 corresponde al periodo de observación antes de la implementación y el año 2020 corresponde al año de observación posterior a la implementación.

Una vez implementado el sistema de microfiltración en el proceso de mantenimiento de las unidades de transporte a las que la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C. presta sus servicios, se observó una reducción el número de fallas, las cuales pasaron de 50 en el periodo de observación inicial a 28 al final del año posterior a la implementación,

lo que implica una reducción del 44% en las fallas de las unidades ocasionadas por lubricación. este resultado impacta favorablemente a la cantidad de horas de paradas por fallas, las cuales se redujeron de 4,651 hasta 2,334 horas, para una mejora del 49.82%.

Estos cambios en las frecuencias del número de fallas y las horas de parada por fallas incidieron favorablemente en los índices de mantenimiento, ya que se logró incrementar la confiabilidad en 42.70% (de 11,529.41 horas en 2019 a 16,452.41 en 2020); se redujo el índice de mantenibilidad en 10.38% (de 93.02 horas promedio para poner en marcha un equipo en 2019 hasta reducir en un promedio de 83.36 horas), con lo que el índice de disponibilidad se logró incrementar en 0.30% (de 0.9920 antes de la implementación hasta 0.9950 después de la implementación).

En relación con la segunda variable de estudio en la tabla 23 se muestran los resultados en cuanto a los costos operacionales de la empresa antes y después de la propuesta:

Tabla 23. *Variaciones en los indicadores de costos operacionales antes y después de la implementación.*

Indicadores relacionados con los costos operativos			
Descripción	Antes de la implementación	Después de la implementación	Variación
Ahorro por consumo de lubricante (S/.)	259,385.53	104,949.80	-59.54%
Total costos de ventas (S/.)	284,305.03	134,877.86	-47.44%
Total costos operacionales (S/.)	545,330.50	399,242.40	-26.79%
Resultado del ejercicio (S/.)	289,362.47	400,445.30	38.39%
Margen de rentabilidad	29.60%	40.14%	10.54%
Valor actualizado neto (VAN)		107,739	
Tasa interna de retorno (TIR)		37%	

Nota: el año 2019 corresponde al periodo de observación antes de la implementación y el año 2020 corresponde al año de observación posterior a la implementación.

En los resultados financieros de la empresa es donde se puede apreciar de forma más visible los beneficios de la implementación del sistema de microfiltración en la gestión de mantenimiento de las unidades de transporte del servicio metropolitano a las cuales presta servicio la empresa.

De esta forma, la reducción del 59.54% por consumo de lubricante (de S/. 259,385.53 hasta S/. 104,949.80 a finales de 2020), tuvo un impacto positivo en la reducción en S/. 146,088.10 en el total de costos operacionales (de S/.545,330.50 en 2019 hasta S/.399,242.40 en 2020), para una disminución del 26.79%, así como una reducción de 47.44% en los costos de venta (de S/.284,305.03 en 2019 hasta S/.134,877.86 en 2020), lo que favoreció en el incremento de la utilidad bruta 24.42% (de S/.693,344.97 en 2019 hasta incrementarse a S/.862,724.14 en 2020) y una variación del 10.54% en el margen de rentabilidad (de 29.60% en 2019 hasta 40.14% en 2020).

4.3.2. Evaluación de los escenarios financieros con y sin implementación.

En la Tabla 24 se hace una proyección comparativa en un plazo de tres años de los ahorros por consumo de lubricante en los escenarios sin implementación y con implementación, considerando un incremento del 3% por inflación:

Tabla 24. *Proyección comparativa de los ahorros por consumo de lubricante (sin implementación y con implementación)*

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Gastos por lubricantes (antes)		259,385.53	267,167.10	275,182.11
Gastos por lubricantes (ahora)		104,949.80	108,098.29	111,341.24
INVERSIÓN	260,717	-106,281	52,788	216,628

Nota: a partir de la información obtenida del área de Operaciones respecto al uso de lubricantes en los años 2019 y 2020.

4.3.3. Cálculo de los indicadores financieros de la mejora: VAN, TIR, PB, B/C

Al obtener las proyecciones del uso de lubricantes después de la implementación en los tres años inmediatos a la ejecución de la propuesta, se procedió a determinar cada uno de los indicadores que demuestran la factibilidad económica de la implementación realizada, tal como se muestra en las tablas 25 y 26. Al respecto se elaboró un análisis marginal del impacto de la liquidez que arrojó los siguientes resultados:

- a) Se utiliza como referencia de las variaciones la disminución en el consumo de lubricantes, lo cual tiene un impacto favorable en cada año proyectado.
- b) Se utiliza como tasa de descuento el indicador suministrado por la empresa de 14%, de esta forma el valor actualizado neto de la inversión se estima en S/. 107,739.
- c) La tasa interna de retorno de la inversión en un plazo de tres años se estima en 37%, porcentaje que es mayor a la tasa de descuento por lo cual se considera que es una inversión razonable.
- d) Los beneficios de la implementación se estiman en S/. 368,456, con una inversión inicial de S/. 260,717, con lo cual la razón costo beneficio es de 1.41 soles por cada unidad monetaria invertida.
- e) El tiempo de recuperación de la inversión se estima en 23.3 meses, es decir, dos aproximadamente.

Tabla 25. *Análisis marginal del impacto de la liquidez e indicadores: VAN, TIR y beneficio/costo*

ANÁLISIS MARGINAL DEL IMPACTO DE LA LIQUIDEZ

IMPACTO SOBRE LA LIQUIDEZ	-260,717	154,436	159,069	163,841
TASA DE DESCUENTO (WAAC)	14%			
VAN	107,739			
TIR	37%			
B/C	BENEFICIOS	368,456		
	COSTOS	260,717		
B/C	1.41			

Tabla 26. *Cálculo del tiempo de recuperación de la inversión*

PB (PAYBACK O TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN)

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
FLUJO DE CAJA ACTUALIZADO	-260,717	134,292	120,279	107,728
FLUJO ACUMULADO		-126,425		

EN 12 MESES	134,292
-------------	---------

EN X MESES	260,717
------------	---------

X	23.3
----------	-------------

PB **TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN = 23.3 MESES**

4.4 Ajuste de las mejoras en la gestión de mantenimiento (Fase IV del ciclo de Deming: Actuar)

En la Tabla 27 se muestra un resumen de las actividades de ajuste llevadas a cabo para cerrar el proceso de implementación y cumplir con el Ciclo de Deming en las mejoras en la gestión de mantenimiento para reducir los costos operativos en la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C.:

Tabla 27. *Actividades relacionadas con la fase Actuar en las mejoras en la gestión de mantenimiento para reducir los costos operativos en la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C.*

Actividad	Descripción
Ajuste de los indicadores financieros	Se realizó un ajuste en el cálculo de los indicadores financieros para mostrar una realidad más próxima de los resultados obtenidos. se hizo una proyección trimestral del flujo de efectivo y un cálculo del tiempo de recuperación en un plazo de tres años.
Incorporación de los cambios en el sistema de gestión de calidad de la empresa.	Los procedimientos elaborados para estandarizar el proceso de microfiltración fueron incorporados al sistema de gestión de calidad de la organización, de manera de garantizar la calidad del proceso de manera sostenida.

Actividad	Descripción
Actividades relacionadas con el proceso de capacitación	Se incorporaron las actividades de capacitación a la programación anual de formación del personal y a los programas de inducción para personal nuevo.
Presentación al cliente de los cambios realizados	Se llevó a cabo una reunión con el cliente para presentarle las mejoras, los beneficios a las unidades de transporte y los resultados obtenidos en la implementación.
Comparación de los resultados con las especificaciones del fabricante.	El fabricante en sus especificaciones garantizó un consumo promedio de 90 litros de lubricante anual con el uso del sistema de microfiltración. El consumo de lubricante una vez implementado fue de 10,441 litros, lo que representó un promedio de 87.01 litros por unidad de transporte; es decir, 3.33% por debajo de la norma del fabricante. En el último año antes de la implementación, el consumo de lubricante fue de 31,845 litros, lo que dio un promedio de 262.37 litros/unidad de transporte.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La experiencia profesional realizada tuvo como objetivo implementar mejoras en la gestión de mantenimiento basadas en el ciclo de Deming para reducir los costos operativos en la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C., del cual se extraen las siguientes conclusiones:

En cuanto al primer objetivo específico, se diagnosticó el estado actual de la gestión de mantenimiento del proceso de lubricación de unidades de transporte en la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C. al respecto, se concluyó que existían las siguientes situaciones que afectaban la eficiencia de las labores: (a) desorden en el proceso de mantenimiento; (b) los métodos que se empleaban en la lubricación generan alto costo de mantenimiento; (c) no existía control de resultados ni indicadores de gestión; (d) no se habían identificado actividades que agregan y no agregan valor, y (e) falta de actualización y capacitación del personal.

De manera cuantitativa, estos problemas se traducen en: un exceso del 8.1% entre lo presupuestado y los gastos reales; los gastos por consumo de lubricantes representan el 26.53% de los ingresos de la empresa lo que incrementa los costos operativos de la empresa e inciden negativamente sobre su eficiencia económica. Asimismo, la rentabilidad de la empresa antes de la implementación se ubicaba en 29.60%. En cuanto a los indicadores de mantenimiento, durante el año 2019 se presentaron 50 fallas relacionadas con lubricación que tomó 4,651 horas para ser solucionadas, lo que permitió calcular los índices de confiabilidad (fallas cada 11,529 horas); mantenibilidad (tiempo promedio de reparación de 93 horas) y una disponibilidad de 99.20%.

Como segundo objetivo específico, se procedió a elegir las alternativas de mejora, más convenientes, para la gestión de mantenimiento en la empresa, para lo cual se aplicaron diversas herramientas de análisis y mejora continua provistas por la Ingeniería Industrial, con las cuales se determinó que las causas que más se relacionan con el problema son: excesivo consumo de lubricantes, falta de capacitación al personal y ausencia de procedimientos. Al evaluar las opciones que podrían contribuir a mejorar el problema, se decidió por la actualización de los métodos de lubricación a tecnologías más eficientes, mediante la implementación del sistema de microfiltración.

Para ello, se llevó a cabo un proceso de mejora que utilizó como referencia el Ciclo de Deming, en cuya fase de acción se realizaron actividades tales como (a) realización del programa de capacitación al personal; (b) proceso de instalación del sistema de microfiltración en las unidades; (c) implementación del nuevo proceso de microfiltración en las unidades; (d) llenado de los formatos de mantenimiento y (e) elaboración del diagrama analítico de proceso posterior.

El tercer objetivo específico consistió en determinar el impacto de la implementación del plan de mejora en el proceso de lubricación de unidades de transporte. Una vez implementada la mejora, del comportamiento de los gastos por el uso de lubricantes se observa un ahorro del 56.27% entre lo presupuestado y los gastos reales, lo que favoreció a disminuir los costos operativos de la empresa e inciden positivamente sobre su eficiencia económica; asimismo, la reducción del 59.54% por consumo de lubricante (de S/. 259,385.53 hasta S/. 104,949.80 a finales de 2020), tuvo un impacto positivo en la reducción en S/. 146,088.10 en el total de costos operacionales (de S/.545,330.50 en 2019 hasta S/.399,242.40 en 2020), para una disminución del 26.79%, así como una reducción de 47.44% en los costos de venta (de S/.284,305.03 en 2019 hasta S/.134,877.86 en 2020).

En lo que respecta a los indicadores de mantenimiento, se observó una reducción el número de fallas, las cuales pasaron de 50 en el periodo de observación inicial a 28 al final del año posterior a la implementación, lo que implica una reducción del 44% en las fallas de las unidades ocasionadas por lubricación. este resultado impacta favorablemente a la cantidad de horas de paradas por fallas, las cuales se redujeron de 4,651 hasta 2,334 horas, para una mejora del 49.82%.

En cuanto a la evaluación financiera, la tasa interna de retorno de la inversión en un plazo de tres años se estima en 37%, porcentaje que es mayor a la tasa de descuento por lo cual se considera que es una inversión razonable; los beneficios de la implementación se estiman en S/. 368,456, con una inversión inicial de S/. 260,717, con lo cual la razón costo beneficio es de 1.41 soles por cada unidad monetaria invertida y el tiempo de recuperación de la inversión se estima en 23.3 meses, es decir, dos aproximadamente.

Una de las principales limitaciones que se enfrentaron durante el proceso de experiencia profesional y la mejora en las actividades de la empresa fue la baja oferta de alternativas respecto a métodos más actualizados de microfiltración; sin embargo, se logró incorporar a la empresa un proveedor de tecnología que contribuyó a la reducción de los costos, meta final del proceso. De igual manera, no se encontró en la empresa un histórico de los registros de mantenimiento por un tiempo mayor que permitiese hacer una evaluación más detallada del comportamiento de los indicadores.

Entre los aportes del estudio, hay que mencionar que pocas empresas a nivel nacional han implementado el sistema de microfiltración como alternativa para mejorar los procesos de mantenimiento, y esta iniciativa podría servir de referencia a otras organizaciones que forman parte del sistema de transporte, como una metodología para la reducción de sus costos y el incremento de su eficiencia operativa.

5.2 Recomendaciones

En cuanto a las lecciones aprendidas, uno de los aspectos más importantes fue la alineación de las actividades con las cuales se iban a alcanzar los objetivos a la metodología del ciclo de Deming, lo cual permitió organizar, distribuir responsabilidades y hacer seguimiento de manera apropiada. En este sentido fue relevante el cumplimiento de las actividades en la fase planear, ya que a partir de la efectividad de estas acciones se pudo alcanzar el resto de las fases en las fechas previstas. Basado en ello, se elaboran las siguientes recomendaciones.

1. Mantener al personal capacitado en las diversas técnicas de mantenimiento y de lubricación como estrategia que garantice la sostenibilidad en el tiempo de las acciones de mejoras implementadas a través de este estudio.
2. Establecer métodos formales de comunicación con el proveedor para asegurar la obtención de mejoras y actualizaciones en las tecnologías que este provee.
3. mejorar la comunicación entre las diversas áreas de la empresa para el logro de objetivos comunes que apunten al incremento de la eficiencia de las operaciones, bien sea desde la perspectiva del mantenimiento o de otras acciones operativas, comerciales o financieras.
4. Evaluar la posibilidad de implementar otras herramientas de mejora continua que contribuyan a la simplificación de las operaciones y el incremento de la calidad en la empresa Tecnologías Integrales en Lubricación S.A.C.
5. Profundizar en el estudio de la aplicabilidad de los sistemas de microfiltración como tecnología de mejora en otras áreas de trabajo y en otras organizaciones.

REFERENCIAS

- Alarcón, M., Martínez, F. y Gómez, F. (2021). Energy and maintenance management systems in the context of industry 4.0. Implementation in a real case. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 142 (2021), 110841. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110841>
- Baldeón, C. (2016). *Implementación de un sistema de tratamiento de agua, para la reducción de costos de mantenimiento correctivo en la empresa Industria Fibraforte*. S.A. [Tesis de grado]. Lima: Universidad Privada del Norte. Recuperado de: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10820>
- Baltes, N., Dragoe, A. y Cozma, M. (2019). Study regarding the influence of the endogenous variables on the change of the financial performance of the economic entity. *Revista Economică* 71 (1), 8-17. Recuperado de: <https://ideas.repec.org/a/blg/reveco/v71y2019i1p8-17.html>
- Benel, R. (2017). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la flota de buses de la empresa de transportes Turismo Sr. de Huamantanga S.R.L.* [Tesis de grado]. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Recuperado de: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/2139>
- Bumblauskas, D., Gemmill, D., Igou, A. y Anzengruber, J. (2017). Smart Maintenance Decision Support Systems (SMDSS) based on corporate big data analytics. *Expert Systems with Applications*, 90 (17), 303-317. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.08.025>

Carvalho, T. Soares, F. Vita, R., Francisco, R., Basto, J. y Alcalá, S. (2019). A systematic literature review of machine learning methods applied to predictive maintenance.

Computers & Industrial Engineering, 137 (2019). 106024. Recuperado de:

<https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106024>

Castelló, J. (2021). *Evaluación de tres formulaciones diferentes de aceites lubricantes y su impacto en el mantenimiento de una flota de autobuses*. [Tesis de grado]. Valencia.

Universitat Politècnica de Valencia. Recuperado de:

<https://riunet.upv.es/handle/10251/166356>

Chambi, C. y Rojas, M. (2019). *Desarrollo de membrana inorgánica para microfiltración*. [Tesis de grado]. Oruro: Universidad Técnica de Oruro. Recuperado de:

http://quimica.fni.uto.edu.bo/images/docspdf/Desarrollo_de_membrana_inorganica_microfiltracion.pdf

Díaz, J. (2020). *Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de la flota de buses Scania de la Empresa Turismo Dias S.A.* [Tesis de grado]. Trujillo:

Universidad César Vallejo. Recuperado de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56350>

Energy Sector Management Assistance Program, ESMAP (2011). *Best Operational and Maintenance Practices for City Bus Fleets to Maximize Fuel Economy* (Mejores Prácticas de operación y mantenimiento para flotas de autobuses urbanos para maximizar la economía de combustible). Recuperado de:

https://www.esmap.org/sites/default/files/esmap-files/FINAL_EECI-BusGuideNote_BN010-11.pdf

Fraser, K. Hvolby, H. y Tseng, T: (2017). Maintenance management models: a study of the published literature to identify empirical evidence. *International Journal of Quality*

& *Reliability Management*, 32 (6), 635-664. Recuperado de:
<http://dx.doi.org/10.1108/IJQRM-11-2013-0185>

Fuentes, M., González, D. Cantú, M. y Praga, R. (2017). RCM implementation on plastic injection molding machine considering correlated failure modes and small size sample. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 95, 3465–3473(2018). Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s00170-017-1402-y>

Fumagalli, L. Macchi, M. y Giacomini, A. (2017). Orchestration of preventive maintenance interventions. *IFAC-PapersOnLine* 50 (1), 13976-13981. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.2417>

Gackowiec, P. (2019). General Overview of Maintenance Strategies - Concepts and Approaches. *Multidisciplinary Aspects of Production Engineering*, 2019 (2), 126-139. Recuperado de: <https://doi.org/10.2478/mape-2019-0013>

Garzón, B., González, J. y Mayorga, M. Production engineering immersed in the creative economy. *Visión electronica*, 13 (1), 2019. Recuperado de: <https://doi.org/10.14483/22484728.14411>

Gupta, G. y Mishra, G. (2018). A SWOT analysis of reliability centered maintenance framework. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 22 (2), 1-19. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1108/JQME-01-2015-0002>

Kim, S. y Nam J. (2020). Can Both the Economic Value and Energy Performance of Small- and Mid-Sized Buildings Be Satisfied? Development of a Design Expert System in the Context of Korea. *Sustainability*, 12 (12) 4946. Recuperado de: <https://doi.org/10.3390/su12124946>

- Khorev, A. y Salikov, Y. (2015). Conceptual Features of the Balanced Development of Business Organizations. *Asian Social Science*, 11 (20), 22-28. Recuperado de: <https://doi.org/10.5539/ass.v11n20p22>
- Kogawa, A. y Nunes, H. (2017). Quality tools for a successful strategic management. *International Journal of Business Process Integration and Management*, 8 (3), 2017. Recuperado de: <https://doi.org/10.1504/IJBPIM.2017.085394v>
- Lapadusi, M. y Florea, M. (2015). Analysis of the influence of a company's indebtedness on the financial risk. *Annals of 'Constantin Brancusi' University of Targu-Jiu. Economy Series*, 2015 (1), 193-200. Recuperado de: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bsu&AN=115241135&site=e=ehost-live>
- Leung, X., Xue, L. y Wen, H. (2019). Framing the sharing economy: Toward a sustainable ecosystem. *Tourism Management*, 71 (2019), 44-53. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.09.021>
- López, D. (2018). *Desarrollo y evaluación fisicoquímica y antibacteriana de membranas reactivas para eliminar el biofouling en un proceso de microfiltración*. [Tesis de grado]. San Luis Potosí: Instituto Potosino de la Investigación Científica y Tecnológica. Recuperado de: <https://repositorio.ipicyt.edu.mx/handle/11627/4672>
- Min, C. Ahmad, R., Kamaruddin, S. y Azid, I. (2011). Development of autonomous maintenance implementation framework for semiconductor industries. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 9 (3), 174-185. Recuperado de: <https://doi.org/10.1504/IJISE.2011.043139>

- Pastrana, A. (2019). *Propuesta de plan de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), en la Planta envasadora de garrafón, sucursal Veracruz*. [Tesis de grado]. Xalapa: Universidad Veracruzana. Recuperado de: <https://cdigital.uv.mx/handle/1944/49426>
- Neyestani, B. (2017). *Seven Basic Tools of Quality Control: The Appropriate Techniques for Solving Quality Problems in the Organizations*. (De La Salle University, Civil Engineering). Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2955721>
- Pascal, V., Toufik, A., Ávila, M., Duculty, F. y Kratz, F. (2019). Improvement indicators for Total Productive Maintenance policy. *Control Engineering Practice*, 82 (2019), 86-96. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2018.09.019>
- Paz, X. (2021). *Diseño de procesos para la gestión lean de proyectos en una empresa del sector industrial en el Perú*. [Tesis de maestría]. Lima: Universidad de Lima. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/12774>
- Quispe, A. y Ticona, K. (2020). *Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de la flota de buses para la reducción de costos en la Empresa Transportes Wayra E.I.R.L.* [Tesis de grado]. Lima: Universidad Antonio Ruiz de Montoya. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12833/2197>
- Raposo, H., Farinha, J., Ferreira, L. y Galar, D. (2018). Dimensioning reserve bus fleet using life cycle cost models and condition based/predictive maintenance: a case study. *Public Transportation*, 10, 169–190 (2018). <https://doi.org/10.1007/s12469-017-0167-x>
- Ren, D. (2016). Reliability centered maintenance for condition based maintenance application on transformation equipment. *Electronics, Electrical Engineering and Information Science*, 2016 (1), 100-105. Recuperado de: https://doi.org/10.1142/9789814740135_0011

Pérez, R. y Alfonso, H. (2016). El uso del método MICMAC1, para la definición de procesos de intervención en las organizaciones. *Ciencia y Poder Aéreo* 11(1): 92-10.

Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.156>

Rodríguez, N. e Hincapié, S. (2018). *Benchmarking del proceso de mantenimiento para la flota de buses del sistema integrado de transporte urbano-SITP y la empresa Massachusetts Bay Transportation Authority-MBTA*. [Tesis de grado]. Bogotá:

Universidad Católica de Colombia. Recuperado de:
<https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/22661>

Ruschel, E. Alves, E. y De Freitas, R. (2017). Industrial maintenance decision-making: A systematic literature review. *Journal of Manufacturing Systems*, 45 (2017). 180-194.

Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2017.09.003>

Sakib, N. y West, T. (2018). Challenges and Opportunities of Condition-based Predictive Maintenance: A Review. *Procedia CIRP*, 78 (2018), 267-272. Recuperado de:

<https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.08.318>

Schiraldi, M. y Varisco, M. (2020). Overall Equipment Effectiveness: consistency of ISO standard with literature. *Computers & Industrial Engineering*, 145 (2) 106518.

Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106518>

Shivajee, V., Singh, R. y Rastogi, S. (2019). Manufacturing conversion cost reduction using quality control tools and digitization of real-time data. *Journal of Cleaner Production*, 237 (10), 117678. Recuperado de:

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117678>

Thakur, R. y Panghal, D. (2021). Lean Tools in Apparel Manufacturing *The Textile Institute Book Series 2021*, 355-379. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819426-3.00005-9>

Tomic, V., Spasojevic, V. y Karapetrovic, S. (2016). Organizational culture, quality improvement tools and methodologies, and business performance of a supply chain. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 23 (13), 2017. Recuperado de: <https://doi.org/10.1177/0954405416629100>

Valcárcel, R. y Peláez, Y. (2018). *Análisis de la implementación de un sistema de microfiltrado; mediante Weibull de tres parámetros, en flota de palas en el sector minas*. [Tesis de grado]. Cajamarca: Universidad Privada del Norte. Recuperado de: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14172>

Vieira, P. y Tavares, T. (2019). Case study on the application of quality tools in service level Management. *Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications*, 17 (5), 75-81. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.5935/2447-0228.20190011>

Waeyenbergh, G. y Pintelon, L. (2004). Maintenance concept development: A case study. *International Journal of Production Economics* 89 (3) 395-405. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.09.008>

Yavuz, O., Dogan, E., Carus, E. y Gorgulu, A. (2019). Reliability Centered Maintenance Practices in Food Industry. *Procedia Computer Science*, 158 (2019) 227-234. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.046>

Anexo 1. Resultados de la observación de los subprocesos de mantenimiento de la empresa relacionada con los métodos, media ambiente, materiales, procesos y recursos humanos.

Ítems	Aspecto por observar	Hallazgos	
		Presente	Ausente
MÉTODOS			
1	Existencia de algún método en la empresa para identificar y notificar fallas en el proceso de mantenimiento.	x	
2	Planificación de reuniones de nivel táctico para discutir mejoras de procesos y seguimiento a actividades.	x	
3	Desarrollo de acciones para conservar y mejorar las condiciones de maquinarias y equipos con la participación del usuario u operador.		x
4	Inspección diaria de los equipos para verificar su estado y necesidad de mantenimiento.	x	
5	Aplicación de alguna metodología para hacer seguimiento a los procesos e implementar mejoras.		x
6	El proceso de mantenimiento está soportado por un sistema de información que permita obtener información en tiempo real de las operaciones.	x	
7	Se realizan actividades de coordinación entre el área comercial, planificación, suministros y mantenimiento para identificar necesidades y prioridades basadas en los requerimientos de los clientes.		x
8	Se ha definido un proceso de planificación de los mantenimientos que incluye las funciones y responsabilidades de cada área clave para el logro de los objetivos.		x
MEDIO AMBIENTE			
Ítems	Aspecto por observar	Hallazgos	
		Presente	Ausente
9	Programación de actividades de mantenimiento preventivo para los equipos que se emplean en el proceso de producción.	x	
10	Evidencias de paradas de planta por falta de mantenimiento de una máquina o equipo.	x	
11	Medición del impacto ambiental de las operaciones de mantenimiento		x

12	Medición de los niveles de desperdicio generados en las operaciones.		x
13	Métodos apropiados para la disposición final de los residuos.		x
14	Plan de reciclaje	X	
15	Capacitación al personal en métodos para minimizar el impacto ambiental de las operaciones.		x
MATERIALES			
Ítems	Aspecto por observar	Hallazgos	
		Presente	Ausente
16	Los trabajadores cuentan con las herramientas y materiales adecuados para hacer sus labores.	x	
17	Los trabajadores cuentan con los materiales adecuados para hacer labores de mantenimiento preventivo y correctivo a las máquinas.		x
18	Los trabajadores disponen de los equipos de protección para hacer su trabajo en condiciones seguras.	x	
19	Se genera desperdicio de material por reprocesos de productos no aceptables.	x	
20	Se cuenta con un plan de reposición de inventarios de materiales e insumos para asegurar la continuidad de las operaciones.	x	
21	Se han creado alianzas estratégicas con los proveedores para garantizar una política de costos acorde con las expectativas del negocio y la continuidad de las operaciones.		x
22	Al momento de iniciar el proceso de mantenimiento de un proyecto se cuenta con todos los materiales e insumos para garantizar la continuidad de las operaciones y evitar retrasos.		x
23	Se han desarrollado acciones para evaluar el desempeño de los proveedores en cuanto a tiempo de entrega, cantidades entregadas y calidad del producto recibido.	x	
24	Existe comunicación adecuada entre el personal responsable de la planificación y las áreas de apoyo.	x	

Ítems	Aspecto por observar	Hallazgos	
		Presente	Ausente
PROCESOS			
25	Se han creado indicadores de gestión para medir el nivel de desempeño del área de mantenimiento.	x	
26	Se generan servicios defectuosos por fallas en el proceso de mantenimiento.	x	
27	El proceso de mantenimiento se realiza de forma organizada y ordenada.		x
28	Las áreas de trabajo se mantienen limpias, ordenadas y libres de contaminación.		x
29	El personal cumple con los procedimientos establecidos para llevar a cabo las operaciones bajo estándares de calidad.	x	
30	Se han hecho mediciones de tiempo en los procesos de mantenimiento para evaluar las causas de los cuellos de botella.		x
31	Se han desarrollado estrategias para conocer las acciones desarrolladas por los competidores directos.		x
32	Se han desarrollado estrategias para conocer las necesidades de los clientes que impliquen el desarrollo de nuevos servicios.		x
RECURSOS HUMANOS			
Ítems	Aspecto por observar	Hallazgos	
		Presente	Ausente
33	Los trabajadores han recibido capacitación para incrementar sus competencias y desempeño en las operaciones.		x
34	Los trabajadores han recibido capacitación para realizar mantenimiento preventivo y predictivo de las operaciones.		x
35	Existe un plan formal de capacitación al personal coordinado por la gerencia de Recursos Humanos.		x
36	Existe un plan formal de motivación al personal coordinado por la gerencia de Recursos Humanos.		x
37	La empresa ha incentivado al personal a proponer mejoras en el proceso de producción de la empresa.		x
38	Se comparte con el personal operativo información relativa a la misión, visión, objetivos y nuevos proyectos de la empresa.	x	

Anexo 2. Resultados detallados de la aplicación de la técnica de grupo nominal

Causa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total	%	Acumulado
Excesivo consumo de lubricantes	10	10	10	10	10	10	10	10	10	90	25.60%	25.60%
Falta de capacitación al personal	9	9	9	8	10	9	10	10	10	84	23.90%	49.40%
Ausencia de procedimientos	9	8	9	8	10	9	10	10	10	83	23.60%	73.00%
Paradas en línea por falta de materiales	4	5	3	3	4	2	2	4	3	30	8.50%	81.50%
Necesidad de mejorar las condiciones	2	1	3	3	1	4	3	2	2	21	6.00%	87.50%
Gastos por disposición de residuos	0	2	2	0	1	1	0	1	3	10	2.80%	90.30%
Falta de coordinación con otras áreas	1	0	0	0	2	1	1	2	0	7	2.00%	92.30%
Falta de stock de material	0	1	1	0	1	1	0	1	0	6	1.70%	94.00%
Falta de control detallado de las operaciones	2	1	0	0	0	0	1	1	0	5	1.40%	95.50%
Altos niveles de almacenamiento	0	0	1	0	1	1	1	0	1	5	1.40%	96.90%
Impacto ambiental	0	1	0	1	0	0	1	0	1	4	1.10%	98.00%
Falta de Indicadores de gestión	1	1	0	0	0	0	1	0	1	4	1.10%	99.10%
Falta de organización y limpieza	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0.60%	99.70%
Exceso de personal	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.30%	100.00%

Nota: a cada miembro del equipo de trabajo se le preguntó: ¿Cuáles de los siguientes factores inciden más en los altos costos de mantenimiento en los servicios de lubricación? Coloque 10 puntos si considera que es muy importante, hasta 0, si considera que el factor no es relevante.

Anexo 3. Detalle de acciones de mantenimiento por fallas asociadas a la lubricación del motor año 2019

BUS	FLOTA	FECHA INICIAL	FECHA FINAL	DIAS	KM	ACCION	TIPO REP.	DETALLE
22035	ALIMENTADOR	3/01/2019	9/01/2019	6	757725	REPARACION	GENERAL	REALIZAMOS PRUEBA DE ESTANQUIDAD COLOCAMOS HERRAMIENTA DE MEDICION EN CADA CILINDRO CIL1: 40 PSI CIL2= 50 PSI CIL3= 38 PSI CIL4= 32 PSI CIL5= 30 PSI CIL6= 50 PSI SE PUEDE OBSERVAR QUE NO PASA LOS 50 PSI MOTOR DESCOMPRESIONADO.
21034	ARTICULADO	2/02/2019	3/02/2019	1	427959	REPARACION	CULATA	SE PROCEDIO A CALZAR LA SUSPENSION SE DRENO REFRIGERANTE SE DESMONTÓ MANGUERAS DE ADMISION Y REFRIGERANTE SE DESMONTÓ SERVO DE DIRECCION TUBO DE ESCAPE CATALIZADOR RAMAL ELECTRICO CONVERTIDOR Y PERNOS DE LA CAMPANA DE TRANSMISION SE DESMONTÓ PARACHOQUE Y SOPORTE DE MOTOR Y SE DESMONTÓ EL MOTOR LUEGO SE DESMONTÓ MANGUERAS DE TRANSMISION SE DESMONTÓ LA TRANSMISION SE COLOCÓ CINTA FILL AL MOTOR Y TRANSMISION SE LIMPIÓ LA ZONA DE TRABAJO . TEC. RICHAR DE 10:00 A 19:00 TEC. TALLEDO DE 10:00 A 18:00. SE OBSERVO QUE TIENE FISURA EN LA CULATA DEL MOTOR TIENE FUGA DE REFRIGERANTE POR LA CULATA DEL MOTOR. SE PROCEDIO A DESMONTAR TAPA DE BALACINES Y BALACINES LUEGO SE DESMONTÓ CULATA COMPLETA SE LIMPIÓ BASE DE MONOBLOCK SE LAVO CULATA REPARADA (TERCEROS) SE ARMO Y SE MONTO CULATA REPARADA POR TERCEROS SE DIO EL AJUSTE CORRECTO A CADA PERNO LUEGO SE MONTARON BALACINES SE CALIBRO VALVULAS DE ADMISION (0.14) Y ESCAPE (0.30) SE MONTO TAPA DE BALACINES. TEC. AQUINO DE 08:00 A 15:00. TEC. TALLEDO DE 08:00 A 17:00 SE AVANZO COLOCANDO MULTIPLE DE ESCAPE EGR TURBO.
21062	ARTICULADO	26/02/2019	3/03/2019	5	529742	CAMBIO	CAMBIO	PLAN CAMBIO DE MOTORES (MOTOR DESCOMPRESIONADO)
21075	ARTICULADO	6/03/2019	7/03/2019	1	487378	REPARACION	CULATA	SE PROCEDA A REVISAR SE SOPLETEO LUEGO SE DESMONTÓ TUBOS DEL EGR SE RETIRO TAPA DE BALANCINES DONDE SE OBSERVA QUE LOS BALANCINES PRESENTAN JUEGO EXCESIVO EN EL EJE POR LO QUE REQUIERE SER REVISADO POR CUMMINS LUEGO SE PROCEDA A REALIZAR ARMADO. EVALUACIÓN DE BOBINAS Y BUJIAS. PRUEBA PRESIÓN DIFERENCIAL SE ENCONTRÓ PRESIÓN BAJA EN LAS CILINDROS N°05 - 10 PSI / CILINDROS N°04 - 40 PSI / CILINDROS 6 - 20 PSI . SE PROCEDA A DESMONTAR LA CULATA Y LLEVARLA A CUMMINS PARA SU EVALUACIÓN. SE REALIZÓ LIMPIEZA DE COMPONENTES. MONTAJE DE CULATA BACNIENS ESCAPE Y ADMISION. CALIBRACION DE VALVULAS. MONTAJE DE PERIFÉRICOS. PRUEBA DE UNIDAD EN RUTA EN PATIO.
22006	ALIMENTADOR	9/03/2019	25/03/2019	16	394149	REPARACION	GENERAL	SE PROCEDA A DESARMAR CULATA SE DESMONTÓ RESORTE DE VALVULAS ENCONTRANDO EXCESO DE CARBONA EN TODAS LAS VÁLVULAS DE ADMISIÓN TAMBIÉN GUÍAS/ASIENTOS DESGASTADAS SE ENCONTRÓ VÁLVULAS CON PRESENCIA DE ACEITE ACEITE ESTA BAJANDO PRO LAS GRUAS DE VALVULA SE OBSERVA CILINDROS N°02 CON RAYADURA LA CAMISA PISTON N°02 PRESENTA JUEGO SE REQUIERE DESMONTAR BLOCK COMPLETO PARA VERIFICAR COMPONENTES INTERNOS DEL MOTOR. SE DESARMO EL MOTOR SE ENCONTRÓ ANILLOS ROTOS CILINDRO N°01-02-05
21025	ARTICULADO	16/03/2019	17/03/2019	1	504662	REPARACION	CULATA	SE REALIZO LIMPIEZA A LOS RESTOS DE EMPAQUETADURA DEL BLOK LUEGO SOPLETEO Y PRUEBA DE HERMETICIDAD A LA CULATA . 10:25 A 13:00 SE PROCEDIO A LAVAR LA CULATA COMPLETA LUEGO SE ARMO CON RESORTES DE VÁLVULAS NUEVAS (MEJORADOS) SE PROCEDIO A MONTAR CULATA COMPLETA LUEGO SE DIO EL AJUSTE CORRECTO A LOS PERNOS DE AIRE
21013	ARTICULADO	18/03/2019	19/03/2019	1	385476	REPARACION	CULATA	REALIZAR PRUEBA DE HERMETICIDAD A LA CULATA LUEGO SE REALIZO LIMPIEZA Y ARMADO DE CULATA LUEGO SE PROCEDIO A MONTAR TORQUEAR PERNOS LUEGO MONTAJE DE VARILLA Y BALANCINES CALIBRACIÓN DE HOLGURA DE VÁLVULAS MONTAJE DE MÚLTIPLE DE ESCAPE ECR TURBO MIXER COMPLETO MONTAJE DE BUJIAS BOBINAS MANGUERAS DE ADMISION REFRIGERACIÓN
21039	ARTICULADO	27/03/2019	29/03/2019	2	588567	REPARACION	CULATA	SE CONECTÓ CON EL INSITE ENCONTRANDO CHECK AMBAR ROJO ACTIVO 2457 1718 ENGINE MISFIRE FOR MULTIPLE CYLINDERS 2538 ENGINE MISFIRE CYLINDER 6 VERIFICAMOS ALIMENTACIÓN ESTADO DEL TERMINAL BIEN BOBINA PRIMARIA SECUNDARIA BIEN PARÁMETROS KV ESTA 12KV MISFIRE PORCENTAJE CYLINDER 6 84 PERCENT SE REQUIERE REALIZAR PRUEBA DE ESTANQUIDAD DEL MOTOR. SE PROCEDIÓ A LIMPIAR SOPLETEAR MOTOR LUEGO SE DESCONECTÓ RAMAL DE LA BOBINA ENSEGUIDA SE DESMONTÓ BOBINAS Y BUJIAS SE PROCEDA A REALIZAR PRUEBA DE ESTANQUIDAD POR ORDEN DE ENCENDIDO CIDLRINO N°01- 40 PSI CILINDRO N°05- 40 PSI C N°03- 97 PSI / C N°06 - 0 PSI / C N°02 - 30 PSI / C N°04 -20 PSI / UNIDAD EN GARANTIA (MOTOR NUEVO) REQUIERE SER REVISADO / COMPONENTES INTERNAS POR CUMMINS. TEC.J.CESAR VASQUEZ DESMONTAJE DE COMPONENTE DE MOTOR - LAVADO DE COMPONTE DE MOTOR- INSTALACIÓN DE CAMISA Y CULATA - ARRANQUE MOTOR ISL G.- PRUEBA DE MOTOR EN RUTA. - NO PRESENTA CÓDIGOS DE FALLA ACTIVOS
22012	ALIMENTADOR	9/04/2019	17/04/2019	8	816870	REPARACION	GENERAL	SE REALIZO LA PRUEBA DE ESTANQUIDAD DEL CILINDRO NUM.1= 62 PS CILY NUM.2= 54 PSI CILIN 3 = 60 PSI CIL NUM.4 = 50 PSI CILI NUM.5 = 22 PSI Y CILI NUM.6= 0 PSI SE PROCEDIO A LA REPARACION COMPLETA DEL MOTOR
21052	ARTICULADO	11/04/2019	12/04/2019	1	481133	REPARACION	CULATA	LIMPIEZA DE COMPONENTES.MONTAJE DE CULATA.MONTAJE DE PERIFERICOS.CALIBRACION DE VALVULAS.PRUEBAS Y MONITOREO DE MOTOR. SE DRENO Y LLENO ACEITE AL MOTOR POR CAMBIO DE LA CULATA POR PARTE DE LA EMPRESA CUMMINS Y SE RELLENO PARA COMPENSAR NIVEL. 04 LITROS DE ACEITE VALVOLINE 15W-40 MOTOR DESCOMPRESIONADO - CIL 4 2PSI
21036	ARTICULADO	13/04/2019	15/04/2019	2	459302	REPARACION	CULATA	SE REALIZO LA PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DE LOS CILINDROS DEL MOTOR ENCONTRANDOSE EL CILINDRO NRO1(20PSI) NRO2(50PSI) NRO3(90PSI) NRO4(70PSI) NRO5(70PSI) NRO6(98PSI).LA CALIBRACION DEL ECM ES AW90001.43 SE PROCEDIO A ARMAR LA CULATA COLOCANDO VALVULAS RESORTES.LUEGO SE MONTO LA CULATA AL MTOR.SE CALIBRO LOS BALANCINES SE MONTO EL TURBOCOMPRESOR EGR TUBO DE ESCAPE Y SE PROBO FUNCIONAMIENTO AL MOTOR Y ASI QUEDANDO EN BUEN ESTADO NO PRESENTA CODIGO DE FALLA

BUS	FLOTA	FECHA INICIAL	FECHA FINAL	DIAS	KM	ACCION	TIPO REP.	DETALLE
22009	ALIMENTADOR	18/04/2019	27/04/2019	9	770635	REPARACION	GENERAL	SE DESMONTÓ CULATA COMPLETA LUEGO SE DESMONTARON PISTONES ENCONTRANDO AILLOS ROTOS PISTONES NRO M2 Y 5 SE OBSERVO DESGASTE EN LOS METALES DE BIELA. TEC MANUEL A. 09:10-18:00. 29-04 SE PROCEDIO A DESMONTAR BLOCK COMPLETO LUEGO SE PROCEDIO A DESARMAR ENCONTRANDO BOBINA DE EJE DE LEVAS CON DESGASTE (RAYADO) METALES DE BANCADA RAYADO
21074	ARTICULADO	15/05/2019			504978	REPARACION	CULATA	SE CONECTÓ EL INSITE ENCONTRANDO CÓDIGO DE ERROR ACTIVO (3436) AFTER TREATMENT INTAKE OXYGEN SENSOR SE PROCEDIO A REVISAR ALIMENTACIÓN AL SENSOR DE OXIGENO SALIDA DEL TURBOCOMPRESOR (12.5) LUEGO SE VERIFICÓ SU RESISTENCIA AL SENSOR (9.5 OHM) SE ENCONTRÓ TERMINALES DE ESTE ABIERTOS SULFATADO SE CERRO TERMINALES Y SE HIZO LIMPIEZA AL CONECTOR LUEGO SE VERIFICÓ PARÁMETROS DE MOTOR OBSERVANDO MISFIRE EN LOS CILINDROS N°5-3/ MOTOR INESTABLE POR MOMENTOS EL MOTOR SE APAGA REQUIERE REVISAR BUJÍAS Y REALIZAR PRUEBA DE ESTANQUIDAD MOTOR CON CALIBRACIÓN 1.43. SE SOPLETEO MOTOR COMPLETO LUEGO SE DESMONTÓ BOBINAS DE ENCENDIDO TAMBIÉN SE DESMONTARON BUJÍAS SE PROCEDIO A REALIZAR LA PRUEBA DE ESTANQUIDAD A LOS CILINDROS N°01 - 45 PSI N°02 - 60PSI N°04- 90PSI N°05 - 20 PSI N°06 - 90 PSI SE OBSERVA CILINDROS BAJO DE COMPRESIÓN (N°01-03-05) SE MONTARON BUJÍAS Y BOBINAS. POR BAJA COMPRESIÓN EN LOS CILINDROS SE REQUIERE CAMBIAR ECM CON ESTA CALIBRACIÓN (1.35) MOTOR SE APAGA CONSTANTEMENTE POR DESCOMPRESIÓN DE MOTOR. SE PROCEDIO A DRENAR REFRIGERANTE LUEGO SE DESMONTÓ TURBO EGR MIXEL Y LUEGO SE DESMONTÓ LA CULATA DEL MOTOR SE ROTULO Y ENTREGO A ALMACÉN. TEC. SALON ROJAS DE 10:00 A 17:30 15-05-2018 . SE PROCEDIO A LUJAR Y LIMPIAR BLOCK BASE DE LA CULATA SE HIZO PRUEBA ESTANQUIDAD A LA CULATA LUEGO SE LAVO Y ARMO CULATA SE LAVO BALANCINES PERNOS DE CULATA Y VARILLAS DE BALANCINES . TEC. RIDLEY DE 15:10 A 19:00. TEC. MANUEL DE 15:20 A 18:00 17-05-2018. 18-05-2018 SE PROCEDIO A MONTAR CULATA REPARADA LUEGO SE MONTARON BALANCINES SE CALIBRO VÁLVULAS SE MONTÓ PARTE PERIFÉRICO DE MOTOR SE LLENÓ REFRIGERANTE Y SE ARRANCO EL MOTOR LUEGO SE PROBO EN VIA NO PRESENTANDO FALLA . TEC. AMNUEL DE 08:00 - 18:00 / TEC. SALON ROJAS 10:00-18:00.
22020	ALIMENTADOR	15/05/2019			789902	REPARACION	GENERAL	SE CONECTÓ AL INSITE ENCONTRÁNDOSE CÓDIGO DE FALLA 178 DEL ACTUADOR OBTURADOR. 177 ACTUADOR SE REVISÓ LA LÍNEA. ALIMENTACIÓN ENCONTRÁNDOSE BIEN SE REALIZÓ EL TCS Y NO PASA. EL MOTOR ESTÁ PARA REPARACIÓN CILINDRO 4.38 PS CILINDRO 5-22PSI DESCOMPRESIONADO. TEC DARLIN S
22028	ALIMENTADOR	9/06/2019	20/06/2019	11	741729	REPARACION	GENERAL	SE BAJÓ MOTOR COMPLETO LUEGO SE DRENÓ EL ACEITE REFRIGERANTE Y SE DESMONTÓ PARTE PERIFÉRICA DE MOTOR. TEC MANUEL AQUINO 12-06-2018. SE PROCEDIO A DESMONTAR TRANSMISIÓN Y LUEGO SE DESMONTÓ EL MOTOR COMPLETO SE DESARMO ENCONTRANDO ANILLOS ROTOS CILINDRO 2-4-5 Y DESGASTE EN LOS METALES VIELA Y BANCADA. TEC MANUEL A/TEC. JESUS PINTADO. 13-06 SE HIZO LIMPIEZA A ALGUNOS COMPONENTES DEL MOTOR. TEC MANUEL AQUINO. 14-06 SE LAVÓ CONJUNTO DE BALANCINES. TEC MANUEL AQUINO. 15-06 SE LAVÓ MONOBLOCK. TEC MANUEL AQUINO/ J/ PINTADO. 16-06 SE MONTÓ PISTONES. TEC MANUEL AQUINO-J. PINTADO / 18-06 SE MONTÓ PARTE PERIFERICA DEL MOTOR TEC M AQUINO. TEC MANAYAY / 19-06 SE MONTÓ EL MOTOR COMPLETO TEC M. AQUINO TEC MANAYAY / 20-06 SE MONTÓ PARTE PERIFERICA DE MOTOR TEC M. AQUINO TEC J. MANAYAY / 21-06 SE ARRANCO EL MOTOR TEC M. AQUINO
21072	ARTICULADO	12/06/2019	13/06/2019	1	545418	REPARACION	CULATA	SE PROCEDIO A DESMONTAR LAS BOBINAS Y BUJÍAS LUEGO SE MIDIO LA COMPRESIÓN DE CADA UNO DE LOS CILINDROS N1-100PSI / N2-34PSI / N3-82PSI / N4-82PSI / N5-42PSI / N6-00PSI DEL CILINDRO 2-4 EL AIRE SALE POR LA VARILLA DE NIVEL DE ACEITE DEL MOTOR DEL CILINDRO 6 SALE POR EL MÚLTIPLE DE ADMISIÓN. TEC DARLIN S
22001	ALIMENTADOR	18/06/2019	30/06/2019	12	790027	REPARACION	GENERAL	LIMPIEZA DE BLOCK 4 COMPONENTES. MONTAJE DE CULATA. MONTAJE DE PERIFÉRICOS. CALIBRACIÓN DE VÁLVULAS. LLENADO DE REFRIGERANTE. MONTAJE DE BUJÍAS. ARRANQUE Y PRUEBA DE UNIDAD EN RUTA (DENTRO DE PATIO). SE REVISÓ EL MOTOR ENCONTRÁNDOSE EL CONECTOR DE ICM CON PRESENCIA DE ACEITE QUE SALE DEL DISPOSITIVO PCU POR LO QUE EL MOTOR ESTA DESCOMPRESIONADO Y BOTA ACEITE POR LA VARILLA DEL NIVEL. TEC DARLIN S SE CONECTÓ EL INSITE LUEGO SE MONITOREÓ PARÁMETROS DE MOTOR PARA VERIFICAR PRESIÓN DE ACEITE DE MOTOR. MOTOR MÍNIMO 24PSI MOTOR A RPM 64PSI. TAMBIÉN SE LE PUSO MANÓMETRO DE PRESIÓN PARA CORROBORAR LAS PRESIONES OK. PRESIÓN DE ACEITE SE REALIZÓ TAMBIÉN LA PRUEBA DE BLUCKBAY AL MOTOR SE MONTO HERRAMIENTA EN EL DESFOGUE DE MOTOR SE CALIBRÓ HERRAMIENTA EN O LUEGO SE ARRANCO EL MOTOR SUBIENDO LOS GASES DE MOTOR A 4 PULG DE AGUA MOTOR EN MÍNIMO Y MOTOR A RPM / STOLL LOS GASES DE MOTOR SUBEN A 36 PULG DE AGUA. SE REQUIERE DESARMAR AL MOTOR PARA REVISAR COMPONENTES DE MOTOR. TEC MANUEL AQUINO SE REALIZÓ REPARACIÓN DE MOTOR S/N 73006206 CON OTI 005810 FECHA DE INICIO 20-06-2018 FECHA DE TERMINO 30-06-2018. TEC LENIN SANTOS
22003	ALIMENTADOR	4/07/2019			784891	REPARACION	GENERAL	SE PROCEDIO A INSTALAR EL PROBADOR DE BLAWY BAY PARA LUEGO REALIZAR LA PRUEBA OBSERVANDO FUERA DE TOLERANCIA (30 PULG DE AGUA) AL MOMENTO DE REALIZAR LA PRUEBA CON EL MOTOR ENCENDIDO (STALL)
21015	ARTICULADO	12/07/2019	14/07/2019	2	505408	REPARACION	CULATA	SE PROCEDIO A DRENAR EL REFRIGERANTE SEGUIDO SE DESMONTÓ LOS PERIFÉRICOS DE MOTOR LUEGO SE AFLOJO LOS PERNOS DE CULATA Y SE DESMONTÓ Y SE ENTREGO A ALMACEN ROTULADA. TEC. JEXON GUERRERO TRABAJO DE 17:00-20:00 TEC. JAIME RODRIGUEZ TRABAJO DE 17:00-19:00 SE PROCEDIO A REALIZAR PRUEBA DE HERMETICIDAD A LA CUALTA BIEN LUEGO SE LAVO SEGUIDO SE ARMO LA CULATA (RETENES VALVULAS RESORTES) SEGUIDO SE LIMPIO EL MONOBLOCK Y SE COLOCO EMPAQUE NUEVO SE MONTO LA CULATA Y SE TORQUEO SEGUIDO SE COLOCO LAS VARILLAS Y BALANCINES SE TORQUEO LUEGO SE MONTO ESCAPE TURBO SE AJUSTÓ CORRECTAMENTE Y SE MONTO EGR . TEC. JEXON TRABAJO DE 10:00-19:25 TEC. PABLO TALLEDO DE 11:00-18:00 SE PROCEDIO A CALIBRAR LOS BALANCINES LUEGO SE COLOCO SU TAPA BALANCÍN SE AJUSTÓ CORRECTAMENTE SEGUIDO SE MONTO EL MIXER SE AJUSTÓ CORRECTAMENTE Y SE PASO A CONECTAR SUS SENSORES Y ACTIVADORES SEGUIDO SE COLOCARON LAS BUJÍAS Y SUS BOBINAS QUEDANDO EN BUENAS CONDICIONES SEGUIDO SE MONTO SUS MANGUERAS DE ADMISION Y REFRIGERACIÓN SE AJUSTARON CORRECTAMENTE Y SE LLENÓ REFRIGERANTE LUEGO SE DIO ARRANQUE AL MOTOR Y SE PASO A PROBAR EL BUS EN VIA CON PILOTO DE APOYO TRABAJO CULMINADO . TEC. JEXON GUERRERO DE 10:00-19:00.

BUS	FLOTA	FECHA INICIAL	FECHA FINAL	DIAS	KM	ACCION	TIPO REP.	DETALLE
21046	ARTICULADO	21/07/2019	22/07/2019	1	494107	REPARACION	CULATA	SE PROCEDIO A LA DESCONEXION DE TODOS LOS SENSORES SE DESMONTO MANGUERAS Y TUBERÍAS DE ADMISIÓN SE DESMONTO MIXER TURBOCOMPRESOR SE PROCEDE AL DESMONTAJE DE LA CULATA DE MOTOR. SE REALIZO ARMADO DE CULATA LUEGO LIMPIEZA DE BLOCK QUITAR RESTOS DE LA EMPAQUETADURA LUEGO SE REALIZO MONTAJE DE CULATA Y COMPONENTES SE MONTO MANGUERAS DE REFRIGERANTE Y ADMISIÓN SE RELLENO REFRIGERANTE LUEGO SE PROCEDIÓ A DAR ARRANQUE. TEC. LENIN SANTOS DE 07:00-16:30. SE REALIZO LIMPIEZA DE PEIZAS DE LA CULATA SE APOYO A MONTAR CULATA Y MIXER Y TURBO SE COLOCÓ TUBERÍAS DE AIRE SE REALIZO CONEXIONES ELÉCTRICAS DEL MOTOR SE PROBÓ BUS EN RUTA OK. TEC. DAMAZO DE 10:00-19:00.
22007	ALIMENTADOR	24/07/2019	3/08/2019	10	782199	REPARACION	GENERAL	SE CONECTÓ EL INSITE NO SE ENCONTRÓ CÓDIGO FALLA MOTOR SE REALIZÓ PRUEBA DE ESTANQUEIDAD EL DÍA 17-06-2018 Y EL MOTOR ESTÁ DESCOMPRESIONADO. CILINDRO 1-36PSI / 2-30PSI / 3-36PSI / 4-46PSI / 5-0.1PSI / 6-30PSI TEC DARLIN
21068	ARTICULADO	3/08/2019	4/08/2019	1	621670	REPARACION	PARCIAL	SE REALIZO LA PRUEBA DE HERMETICIDAD A LOS CILINDROS ENCONTRANDO LOS SIGUIENTES VALORES: CIL N°01 - 40 PSI / CIL N°02 40 PSI CIL N°03 30 PSI CIL N°04 20 PSI CIL N°05 50 PSI CIL N°06 40 PSI. NO SE REALIZO VIDEOSCOPIO. SE REALIZA EL DESMONTAJE DE LA CULATA. DRENADO DE FLUIDOS. DESMONTAJE DE CARTER. DESMONTAJE DE UNIDADES DE POTENCIA. DESMONTAJE DE CAMISAS. LIMPIEZA DE COMPONENTES. POR REPARACIÓN DE MOTOR POR GARANTIA CUMMINS. SE REALIZA EL CMABIO DE LOS SIGUIENTES COMPONENTES: 06 CAMISAS 06 KIT DE ANILLOS 12 METAL BEILAS EMPAQUE EN GENERAL CUALTA ACEITE DE MOTOR. POR GARANTÍA DE CUMMINS PARA REPACION DE MOTOR. PRUEBA DE UNIDAD EN RUTA.
22015	ALIMENTADOR	6/08/2019	17/08/2019	11	780973	REPARACION	GENERAL	SE DESMONTÓ BOBINAS NUJIAS PARA REALIZAR PRUEBA DE ESTANQUEIDAD AL MOTOR OBSERVANDO CILINDROS 1-2-3-4-5-6 ESTAN EN MÍNIMO Y LA COMPRESIÓN SE VA HACÍA EL CARTER SE REQUIERE REVISAR COMPONENTES INTERNOS DEL MOTOR. TEC TUANAMA 00:00-04:15 / SEGUNDO SINARAHAU . EXTENSIÓN DE BOBINA DEL CIL NRO 6 HILOS MAS (DEFECTUOSO)
21034	ARTICULADO	13/08/2019	16/08/2019	3	467352	REPARACION	CULATA	SE CONECTA INSITE Y SE VERIFICO CÓDIGO DE FALLA 1718 FALLA EN TODAS LOS CILINDROS SE VERIFICO PARÁMETROS KV OK SE PROCEDIÓ A REALIZAR PRUEBA DE ESTANQUEIDAD C1-90 PSI C5-55PSI C3-60 C6 60 PSI C2 - 50 PSI C4-30 PSI . SE REQUIERE PROBAR UNIDAD CON CALIBRACIÓN DE ECM 90001.35.
22030	ALIMENTADOR	20/08/2019			794770	REPARACION	GENERAL	SE PROCEDIÓ A SOPLETEAR MOTOR ENSEGUIDA SE DESMONTO LAS BOBINAS Y SE EXTRAJO LAS BUJÍAS ENCONTRANDO BUJÍA DEL CILINDRO NUM.1 CONTAMINADO SE REALIZO PRUEBA ENCONTRANDO CILINDRO NUM.1 - 40 PSI FUGA AL CARTER CILINDRO NUM.2 - 20 PSI FUGA POR LA VÁLVULA ADMISIÓN CILINDRO NUM.3 20 PSI FUGO AL CARTER CILINDRO NUM.4 - 30 PSI FUGA POR LA VÁLVULAS DE LA CULETA CILINDRO NUM.5 - PSI FUGA AL CARTER CILINDRO NUM.6 - 5 PSI FUGA AL CARTER.
21074	ARTICULADO	30/08/2019	30/08/2019	0	536471	REPARACION	CULATA	CON EL IN SITE SE VERIFICÓ LAS PRESIONES PRIMARIA 254 IN / HG SECUNDARIA 54 PSI LA VÁLVULA DE CONTROL ESTÁ EN 3.0 % ESTA BIEN DESMONTAMOS TURBO PARA REVISAR FILTRACIÓN DE REFRIGERANTE DESMONTAMOS EGR PARA HACER PRUEBA LO CUAL ESTA BIEN SE REALIZÓ PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DEL MOTOR SE REALIZÓ AJUSTE DE LOS PERNOS DE LA CULATA TEC. CHISTAMA SE MONTÓ BOBINAS CONEXIONES SE MONTÓ BASE DE EGR Y COMPONENTES FALTA TURBO SE COLOCÓ TURBO MANGUERAS DE ACEITE REFRIGERANTE Y ADMISIÓN SE RELLENO REFRIGERANTE SE DIÓ ARRANQUE DE TUBO ARRANCADO 30 MINUTOS Y EL HUMO PERSISTE REQUIERE DESMONTAR CULATA PARA REVISIÓN TEC. CESAR. SE REALIZÓ PRUEBA DE ESTANQUEIDAD POR ORDEN DE ENCENDIDO CILINDRO 1- 60 PSI CILINDRO 5 - 50 PSI CILINDRO 3 65 PSI CILINDRO 6 60 PSI CILINDRO 2 40 PSI CILINDRO 4 30 PSI. SE PROCEDE A DRENAR REFRIGERANTE LUEGO SE DESMONTO TUBERIA DE ADMISION SE RETIRO TUBO DE REFRIGERACIÓN SE DESMONTO MULTIPLE DE ADMISION SE DESMONTO TURBO Y MULTIPLE DE ESCAPE SE RETIRO PERNOS DE CULATA Y SE RETIRO CULATA PARA SU EVALUACIÓN SE DESMONTARON LAS VÁLVULAS Y SE REVISO ENCONTRANDO CON RESIDUOS DE ACEITE EN LAS VÁLVULAS Y SE REVISÓ ENCONTRANDO CON RESIDUOS DE ACEITE EN LAS VÁLVULAS DE ADMISIÓN SE ENVÍA LA CULATA A REPARACIÓN Y SU EVALUACIÓN. SE LAVÓ BASE DE MONOBLOK LUEGO SE LAVO CULATA COMPLETA SE REALIZÓ PRUEBA DE HERMETICIDAD A ESTA ENCONTRANDO VÁLVULA SOPLADA / CILINDRO NUM.05. TEC RICHARD LUQUE TEC CESAR CORAL.
21070	ARTICULADO	6/09/2019	7/09/2019	1	723688	REPARACION	CULATA	SE REALIZA LA PRUEBA DE PRESIÓN DIFERENCIAL A LOS CILINDROS ENCONTRANDO LOS SIGUIENTES VALORES:CILINDRO1 90 PSI / 2-90 PSI / 3-25 PSI / 4-75 PSI / 5-85 PSI / 6-20 PSI. ESTA UNIDAD SE REPARÓ Y QUEDÓ OPERATIVA EL DÍA 07-09-2018 MOTOR OPERATIVO.
21070	ARTICULADO	6/09/2019	7/09/2019	1	723688	REPARACION	CULATA	BUS LLEGO A NARANJAL PILOTO REPORTO CHECK ÁMBAR ROJO SE CONECTO ENCONTRANDO CÓDIGO 1718 - 2457 ENGINE MISFIRE FOR MULTIPLE CYLINDERS 2538 ENGINE MISFIRE CYLINDERS 6 VERIFICAMOS PARÁMETROS PORCENT DE MISFIRE ESTA 32 BUS TIENE MOTOR NUEVO SE SOLICITO QUE BUS SEA LLEVADO A PATIO PARA SU REVISIÓN. TUANAMA DE 17:15 A 07:30. PRESENTO CÓDIGO DE FALLA DE MISFIRE MÚLTIPLE CILINDROS Y CILINDRO NUM.6 SE PROCEDE REVISAR CABLEADO DE RAMAL DE BOBINA ESTANDO BIEN MARCA 0.1 OHMIOS SE SOLICITO AUTORIZADO PARA DESMONTAR BOBINAS Y BUJIA Y SE ENCONTRÓ BIEN SE PROCEDE A HACER ESTANQUEIDAD DEL CILINDRO NUM.6 MARCANDO 20 PSI DE 100 PSI TODA LA PRESIÓN DEL AIRE SE ESCAPA POR LA ADMISIÓN. LUEGO SE HIZO REVISIONISMO DE LA TRANSMISION Y A QUE SE QUEDO ENGANCHADO EN 3ERA MARCHA SE VALIDO NIVEL DE ACEITE SE CONECTO ESTA OK LUEGO SE REVISO RESISTENCIA DE RAMAL Y SOLENOIDE DEL CUERPO DE VÁLVULAS LAS RESISTENCIAS ESTÁN DENTRO LO PERMITIDO PRESENTA FALLA DE RELACIÓN INCORRECTA EN 2DA Y FALLA DEL CIRCUITO DEL SENSOR DE VELOCIDAD DE SALIDA SE MONITOREO BUS Y OBSERVA QUE EN EL CAMBIO 1 Y 2 LA VELOCIDAD DE TURBINA SE QUEDA PEGADO AL IGUAL QUE LA VELOCIDAD DE ENTRADA PRESENTA DESLIZAMIENTO EN EL C1 GENERANDO DICHO CHECK Y EL BUS TIEMBLA POR EL DESLIZAMIENTO Y PRESENTA EL CHECK DE CIRCUITO DE VELOCIDAD DE SALIDA POR EL EXCESO DE MOVIMIENTO EN EL TREN DE TRACCIÓN. CUBRIR GARANTÍA DE CUMMINS POR EL TEMA DE MOTOR Y DESMONTAR CUERPO DE VÁLVULAS PARA REVISIÓN DE COMPONENTES INTERNO . TEC CESAR CORAL Y JEXON 10:30 A 17:00. S

BUS	FLOTA	FECHA INICIAL	FECHA FINAL	DIAS	KM	ACCION	TIPO REP.	DETALLE
21054	ARTICULADO	14/09/2019	16/09/2019	2	501429	REPARACION	CULATA	SE PROCEDIÓ A REALIZAR INSPECCIÓN A LA CULATA DEL MOTOR ÉSTA PRESENTA FUGA DE REFRIGERANTE POR LA PARTE POSTERIOR (FUGA DE REFRIGERANTE GRAVE) SE REQUIERE DESMONTAR LA CULATA Y CAMBIARLA SE PROCEDIÓ A CONECTAR INSITE Y SE VERIFICÓ CÓDIGO DE FALLA INACTIVO 0195-0235 BAJO NIVEL DE REFRIGERANTE Y 1718 FALLA EN TODOS LOS CILINDROS LO CUAL SE VERIFICÓ UNIDAD Y SE VERIFICÓ FUGA DE REFRIGERANTE POR LA PARTE POSTERIOR DEL MOTOR (CULATA) FUGA GRAVE. SE PROCEDIÓ A LIMPIAR PARTE DEL MOTOR ENSEGUIDA SE DRENO REFRIGERANTE LUEGO SE PROCEDIÓ A DESMONTAR TODO LOS COMPONENTES QUE VAN ACOPLADOS A LA CULATA ENSEGUIDA SE DESMONTÓ CULATA SE LIMPIÓ MONOBLOCK Y SE SOLICITÓ CULATA REPARADO SE REALIZÓ PRUEBA HES. A LA CULATA OK. SE LAVÓ VÁLVULAS Y CULATA Y BALANCINES TEC. J. CÉSAR MARTÍN BUENO. SE REALIZÓ LIMPIEZA DE CULATA LIJADO DEL BLOCK LUEGO SE REALIZÓ ARMADO DE CULATA MONTAJE DE CULATA CALIBRACIÓN DE HOLSURA DE VÁLVULAS MONTAJE DE MIXER MÚLTIPLE DE ESCAPE (TEC. LENIN S.) SE REALIZÓ MONTADO DE ENFRIADOR GGR TURBO COMPRESOR TEC. SANTOS ALDAMA SE PROCEDIÓ A COLOCAR TERMOSTATO TUBO DEL EGR TUBO DE ADMISIÓN Y REFRIGERACIÓN TUBO DE ESCAPE MANGUERAS 3/8 CONECTORES SE LLENÓ REFRIGERANTE LUEGO SE CONECTÓ BATERÍA SE ARRANCÓ BUS SE CONECTÓ INSITE SE VERIFICÓ PARÁMETROS NO PRESENTA FALLA SE REQUIERE PROBAR BUS TEC. SEGUNDO.
21077	ARTICULADO	25/09/2019	28/09/2019	3	483547	REPARACION	PISTON	SE REALIZA LA PRUEBA DE ESTANQUEIDAD A LOS CILINDROS ENCONTRANDO LOS SIGUIENTES VALORES: CILINDRO 01-90 / 02-95 / 03-85 / 04-82 / 05-95 / 06-05 PSI NO SE REALIZA LA VIDEOSCOPIA. SE REALIZA LA LIMPIEZA DE COMPONENTES SE REALIZA LA INSTALACIÓN DE 06 CAMISAS 06 UNIDADES DE POTENCIA CARTER CULATA INSTALACIÓN DE BALANCINES Y CALIBRACIÓN DE LUZ DE VÁLVULAS.OBS(MOTOR EN PROCESO DE REPARACIÓN)
21027	ARTICULADO	26/09/2019	29/09/2019	3	521319	REPARACION	PISTON	SE REALIZA PRUEBA ESTANQUEIDAD LA CUAL CILINDRO NUM.5 MARCA 0 PSI TEC. CESAR VASQUEZ. OBS(REQUIERE SER INTERVENIDO POR CUMMINS LUEGO DE LA INTERVENCIÓN DE CUMMINS REQUIERE SER REVISADO Y PRUBADO SENSOR DE OXIGENO) SE REALIZA EL DESMONTAJE DE CULATA UNIDADES DE POTENCIA Y CAMISAS DE CILINDRO. LIMPIEZA DE COMPONENTES. MONTAJE DE CAMISAS DE CILINDRO Y UNIDADES DE POTENCIA MONTAJE DE CARTER MONTAJE DE CULATA MONTAJE DE COMPONENTES SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE LLENADO DE ACEITE. INSTALACION Y CALIBRACIÓN DE BALANCINES / INSTALACIÓN DE LOS COMPONENTES DE ADMISIÓN Y ESCAPE / INSTALACIÓN / LLENADO DE FLUIDOS / PRUEBA DE UNIDAD EN ROJO.
21028	ARTICULADO	8/10/2019	10/10/2019	2	508708	CAMBIO	CAMBIO	27-07-2018 SE PROCEDE A DESMONTAR BOBINAS CILINDRO N°01-02-03-04-05-06- LUEGO SE DESMONTA ODAS LA BUJIAS SE COLÓCO HERRAMIENTA PARA LA PRUEBA ESTANQUEIDAD EN CILINDRO N°01 92 PSI N°02- 84 PSI CILINDRO N°03 -56 PSI N°04 - 29PSI CILINDRO N°05 90 PSI CILINDRO N°06 - 90 PSI SE OBSERVÓ QUE CILINDRO N°04 PIERDE PRESIÓN SE REVISÓ SE DESMONTA ADMISIÓN Y BOTABA AIRE POR ADMISIÓN. -08-10 SE REALIZA DESMONTAJE DE CULATA UNIDADES DE POTENCIA Y 06 CAMISAS DE CILINDRO.-09-10 LIMPIEZA DE COMPONENTES.INSTALACIÓN DE 06 CAMBIOS 06 UNIDADES DE POTENCIA Y CARTER.-10-10 MONTAJE DE CULATA NUEVA INSTALACIÓN Y CALIBRACIÓN DE BALANCINES MONTAJE DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE ADMISIÓN Y ESCAPE.LLENADO DE FLUIDOS PRUEBA DE MOTOR. OBSERVACIONES DEL CGM MOTOR OPERATIVO.
21009	ARTICULADO	14/10/2019	15/10/2019	1	500774	REPARACION	CULATA	ANTECEDENTES: 12/10/2018 SE PROCEDIÓ A CONECTAR INSITE-INLINE. PRESENTANDO CÓDIGO ACTIVO 1659 (ENGINE MISFIRE CYLINDER 6)1718 (ENGINE MISFIRE FOR MULTIPLE CYLINDERS). SE DESMONTÓ LA BOBINA Y BUJIA DEL CILINDRO NRO 6. OK. LUEGO SE REALIZÓ PRUEBA DE ESTANQUEIDAD CILINDRO NRO 6 ENCONTRÁNDOSE 2 PSI SE PROCEDIÓ A DESMONTAR LA TAPA DE BALANCINES ENCONTRÁNDOSE LA VÁLVULA DE ESCAPE CUARTEADO. REQUIERE REALIZAR PRUEBA DE VIDEOSCOPIÓ. SE DESMONTÓ BOBINA Y ENSEGUIDA SE DESMONTÓ BUJIA LA CUAL UNIDAD SE ENCUENTRA CALIENTE REQUIERE ENFRIAR. TEC J CESAR 17:50-18:30. PROCEDE A HACER PRUEBA DE VIDEOSCOPIO ENCONTRANDO CON PRESENCIA DE ACEITE LA VÁLVULA DE ADMISIÓN NRO 6 PROCEDE A COLOCAR BUJIA BOBINAS Y TODOS LOS COMPONENTES INTERVENIDOS ARRANCAMOS BUS TEC CHISTAMA. ACCION: SACAMOS TODO LOS COMPONENTES QUE ABARCA LA CULATA SACAMOS PERNOS DESMONTAMOS CULATA ENTREGAMOS CULATA EN ALMACÉN. SE PROCEDIÓ A LAVAR LA CULATA DEL BUS 21034 PARA MONTAR AL BUS 21009. LUEGO SE REALIZÓ ASENTAMIENTO DE LAS VÁLVULAS DEL CILINDRO NRO 6 LUEGO SE PASO A ARMAR LA CULATA. LUEGO SE REALIZÓ LIMPIEZA AL MONOBLACK Y SE PASO A MONTAR LA CULATA SE DIO SU TORQUE CORRESPONDIENTE. LUEGO SE MONTARON LOS BALANCINES. SE TORQUEARON Y SE CALIBRO. LUEGO SE MONTÓ MÚLTIPLE DE ESCAPE SE TORQUEO. SEGUIDO SE MONTÓ TURBO Y TUBO DE ESCAPE AJUSTÁNDOSE CORRECTAMENTE LUEGO SE MONTÓ EL MIXER. SE CONECTÓ SUS SENSORES Y ACTIVADORES. LUEGO SE MONTARON TUBOS DE ADMISIÓN Y REFRIGERACIÓN. LUEGO SE DIO ARRANQUE AL MOTOR USAR CULATA VU BUS 21034. SE MONITOREAN EN VÍA TODOS LOS PARÁMETROS. OK.

BUS	FLOTA	FECHA INICIAL	FECHA FINAL	DIAS	KM	ACCION	TIPO REP.	DETALLE
21068	ARTICULADO	17/10/2019	19/10/2019	2	644682	REPARACION	CULATA	17/10/2018 VERIFICACIÓN DE JCM (SERIE)- PRUEBA DE ESTANQUEIDAD: - CILINDRO N°01 92 PSI- CILINDRO N°02 82 PSI- CILINDRO N°03 85 PSI- CILINDRO N°04 95 PSI- CILINDRO N°05 5 PSI- CILINDRO N°06 89 PSI 18-10-2018 DESMONTAJE DE PERIFÉRICOS DESMONTAJE DE CULATA LAVADO DE COMPONENTES LIMPIEZA DE SUPERFICIE DEL BLOCK 19-10-2018 INSTALACIÓN DE CULATA BALANCINES VARILLAS INSTALACIÓN DE PERIFÉRICOS PRUEBA DE RUTA MOTOR OPERATIVO.
21046	ARTICULADO	22/10/2019	27/10/2019	5	512772	CAMBIO		18/10/2018 MOTOR. 1ER. CILINDRO: 50 PSI DE 100 PSI. 2DO CILINDRO: 60 PSI DE 100 PSI. 3ER CILINDRO: 45 PSI DE 100 PSI. 4TO CILINDRO: 25 PSI DE 100 PSI. 5TO CILINDRO: 0 PSI DE 100 PSI. 6TO CILINDRO: 64 PSI DE 100 PSI. EL CILINDRO NRO 5 ESTA EN CERO DE COMPRESIÓN Y LO CUAL LA PRESIÓN SE ESCAPA POR CARTER EL CILINDRO 4 SE ESCAPA POR ADMISIÓN. CILINDRO NRO 3 POR CARTER. CALIBRACIÓN ECM 1.43 SE PROCEDIÓ A DESMONTAR MOTOR Y COLOCAR MOTOR NUEVO. TEC SEGUNDO / TEC M ESPINOZA 10:00-19:00 22-10. SE CONTINUÓ CON TRABAJO DE MONTAJE DEL MOTOR TEC SEGUNDO S / TEC M ESPINOZA 10:00-19:00 23-10. SE CONTINUÓ CON TRABAJO DE MONTAJE DE MOTOR TEC SEGUNDO S / TEC M ESPINOZA 10:00-19:00 24-10. SE CONTINUÓ CON TRABAJO DE MOTOR TEC SEGUNDO S / TEC M ESPINOZA 10:00-19:00 25-10. SE CONTINUÓ CON MONTAJE DE MOTOR TEC SEGUNDO S 10:00-19:00 26-10. SE LLENÓ REFRIGERANTE ACEITE DE MOTOR SE ARRANCÓ BUS. SE VERIFICÓ FUGAS QUEDANDO BUS OPERATIVO. TRABAJO SE REALIZÓ CON ORDEN INTERNA NRO 7445.
22008	ALIMENTADOR	22/10/2019	31/10/2019	9	812652	REPARACION	PARCIAL	09/09/2018 SE DESMONTÓ BOBINAS BUJÍAS Y REALIZAMOS EST. AL MOTOR C1:40 PSI C2: 50 PSI C3: 65 PSI C4: 46 PSI C5: 20 PSI C6: 48 PSI.
21056	ARTICULADO	28/10/2019	31/10/2019	3	700926	REPARACION	REPARACION	28/10/2018 SE DESMONTÓ BOBINAS BUJIAS SE REALIZO PRUEBA DE ESTANQUEIDAD A TODOS LOS CILINDROS. CIL 1-74 / 2-44 / 3-92 / 4-74 / 5-4 / 6-94 PSI. OBSERVANDO CILINDRO NRO 5 ESTÁ EN 4 PSI LA COMPRESIÓN ESTÁ QUE SE VA HACIA LA ADMISIÓN. CIL 2 ESTÁ EN 44 PSI LA COMPRESIÓN ESTÁ QUE SE VA HACIA LA ADMISIÓN SE REQUIERE REALIZAR VIDEOSCOPIA. REALIZAMOS PRUEBA DE VIDEOSCOPIO A TODO LOS CILINDROS ENCONTRAMOS CILINDRO NUM.3 Y 6 CON OXIDACIÓN EN LA PARTE DE LA CULATA Y LA VÁLVULA DE ADMISIÓN DEL CILINDRO NUM.5 NO ESTA ASENTADO CORRECTAMENTE. TEC. CHISTAMA SE REALIZÓ EL DESMONTAJE DE CULATA Y DESMONTAJE DE CAMISAS DE CILINDRO POR BAJA PRESIÓN DIFERENCIAL Y LAS CAMINAS POR ÓXIDO. LIMPIEZA DE COMPONENTES Y BLOCK INSTALACIÓN DE CAMISAS DE CILINDRO UNIDADES DE POTENCIA INSTALACIÓN DE CARTER INSTALACIÓN DE CULATA.
22017	ALIMENTADOR	1/11/2019	10/11/2019	9	827961	REPARACION	GENERAL	23-10-2018 EN LA PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DEL MOTOR 1-52 / 2-50 / 3-40 / 4-0 / 5-50 - 6-90 PSI SE HIZO LA PRUEBA EL 04-10-18 REALIZARON PRUEBA DE BLOWBY EL 04-10-18 EN 750=2.2" Y 1500 5" DE AGUA.
21035	ARTICULADO	7/11/2019	14/11/2019	7	520601	CAMBIO	CAMBIO	05/11/2018 SE APOYÓ A DESMONTAR ACCESORIOS DE LA CULATA. SE PROCEDIÓ A REALIZAR PRUEBA DE VIDEOSCOPIO PRUEBA DE ESTANQUEIDAD CILINDRO 1-24 / 2-78 / 3-70 / 4-38 / 5-38 / 6-28 LUEGO SE REALIZÓ PRUEBA AL EGR ESTANDO BIEN SE PROCEDIÓ A DESMONTAR CULATA LUEGO SE REALIZÓ INSPECCIÓN ENCONTRANDO FISURA EN CAMISA DEL CILINDRO NRO 3 Y TAMBIÉN PRESENCIA DE REFRIGERANTE EN EL MÚLTIPLE DE ESCAPE. SE REALIZÓ CAMBIO DE MOTOR S/N 73038293 MOTOR DESMONTADO Y S/N 74320896 MOTOR MONTADO SE TRABAJÓ CON OTI 007645 FECHA DE INICIO 07-11-18 FECHA DE TÉRMINO 14-11-18.
21060	ARTICULADO	12/11/2019	14/11/2019	2	696985	CAMBIO	CULATA	SE REALIZÓ PRUEBA DE ESTANQUEIDAD AL MOTOR. CIL 1-80 / 2-74 / 3-2 / 4-85 / 5-20 / 6-84 PSI. OBSERVANDO CIL 3 EN 3 PSI LA COMPRESIÓN SE ESTÁ YENDO A LA ADMISIÓN. CIL 5 EN 20 PSI LA COMPRESIÓN SE ESTÁ YENDO A LA ADMISIÓN. SE REQUIERE INTERVENCIÓN POR CUMMINS MOTOR EN GARANTÍA. 12-11-2018 DESMONTAR CULATA PARA EVALUACIÓN DE CILINDRO Y CAMISAS. 13-11-2018 REEMPLAZAR CULATA DE MOTOR
21023	ARTICULADO	26/11/2019	28/11/2019	2	535266	REPARACION	CULATA	P-197810 SE REALIZA LA PRUEBA DE PRESIÓN DIFERENCIAL A LOS CILINDROS ENCONTRANDO LOS SIGUIENTES VALORES.-CILINRO 01:95PSI-CILINRO 02:28PSI-CILINRO 03:95PSI-CILINRO 04:93PSI-CILINRO 05:82PSI-CILINRO 06:25PSI OBSERVACIONES DEL ASOCIADO 26-11-2018- DESMONTAJE DE CULATA UNIDADES DE POTENCIA Y CAMISAS DE CILINDRO (6)27-11-2018 - LIMPIEZA DE COMPONENTES. INSTALACIÓN DE 06 CAMISAS DE CILINDRO 06 UNIDADES DE POTENCIA. INSTALACIÓN DE CULATA ESCAPE TURBO. INSTALACIÓN DE MIXER BUJÍAS. LLENADO DE ACEITE.28/11/2018 - INSTALACION Y CALIBRACION DE BALANCINES PERIFÉRICOS.- LLENADO DE REFRIGERANTE PRUEBA DE MOTOR EN RUTA. OBSERVACIONES DEL CGM MOTOR OPERATIVO.

BUS	FLOTA	FECHA INICIAL	FECHA FINAL	DIAS	KM	ACCION	TIPO REP.	DETALLE
21073	ARTICULADO	28/11/2019	30/11/2019	2	647656	REPARACION	REPARACION	OBSERVACIONES DEL ASOCIADO SE REALIZA PRUEBA DE ESTANQUEIDAD A LOS CILINDROS ENCONTRANDO LOS SIGUIENTES VALORES:-CILINDRO 01 90 PSI-CILINDRO 02 82 PSI-CILINDRO 03 80 PSI-CILINDRO 04 70 PSI-CILINDRO 05 89 PSI-CILINDRO 06 25 PSI DESMONTAJE DE CULATA UNIDADES DE POTENCIA Y CAMISAS DE CILINDRO LIMPIEZA DE COMPONENTES.- LIMPIEZA DE BLACK INSTALACIÓN DE CAMISAS Y UNIDADES POTENCIA. INSTALACIÓN DE CARTER CULATA BALANCINES CALIBRACIÓN DE BALANCINES. COMPONENTES DEL SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE. LLEVADO DE ACEITE.- INSTALACIÓN DE PERIFÉRICOS. LLENADO DE REFRIGERANTE. PRUEBA DE UNIDAD EN RUTA. TRABAJO HECHO POR GARANTÍA DE CUMMINS. OBSERVACIONES DEL CGM MOTOR OPERATIVO.
21075	ARTICULADO	3/12/2019	5/12/2019	2	567586	REPARACION	CULATA	ANTECEDENTES : 16/18/2018 SE PROCEDIÓ A REALIZAR PRUEBA DE ESTANQUEIDAD AL CILINDRO NUM.4 ENCONTRÁNDOSE EN 22 PSI. ACCION: DESMONTAJE DE CULATA UNIDADES DE POTENCIA Y CAMISAS DE CILINDRO.- LIMPIEZA DE COMPONENTES INSTALACIÓN DE CAMISAS UNIDADES DE POTENCIA CÁRTER.- INSTALACIÓN DE CULATA COMPONENTES DEL SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE. INSTALACION Y CALIBRACION DE BALANCINES. PERIFÉRICAS. PRUEBA DE UNIDAD EN RUTA. OBSERVACIONES DEL CGM
22040	ALIMENTADOR	3/12/2019	15/12/2019	12	845410	REPARACION	GENERAL	SE PROCEDIÓ A REALIZAR SOPLETEO DE MOTOR LUEGO DESMONTAJE DE BOBINAS Y BUJIAS PARA REALIZAR LA PRUEBA ENCONTRANDO CILINDRO 1-80 / 2-20 / 3-64 / 4-0 / 5-46 / 6-60 PSI LA FUGA DEL CILINDRO NRO 2-4 ES HACIA EL CARTER REALIZAR PRUEBA DE VIDEOSCOPIA.
21032	ARTICULADO	6/12/2019	9/12/2019	3	509878	CAMBIO	CULATA	31/08/2018 SE REALIZA LA PRUEBA DE ESTANQUEIDAD A LOS CILINDROS ENCONTRANDO LOS SIGUIENTES VALORES:-CILINDRO 01 -93 PSI-CILINDRO 02 85 PSI-CILINDRO 03 30 PSI-CILINDRO 04 83 PSI-CILINDRO 05 95 PSI-CILINDRO 06 70 PSI OBSERVACIONES DEL CGM OBSERVACIONES DEL ASOCIADO 06/12/2018 - DESMONTAJE DE CULATA CAMISAS DE CILINDRO UNIDADES DE POTENCIA.- LIMPIEZA DE COMPONENTES Y BLOCK INSTALACIÓN DE CAMISAS UNIDADES DE POTENCIA INSTALACIÓN DE CÁRTER.- INSTALACION Y CALIBRACION DE BALANCINES INSTALACIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE PERIFÉRICOS LLENADO DE FLUIDOS.- PRUEBA DE UNIDAD EN RUTA. OBSERVACIONES DEL CGM MOTOR OPERATIVO.
21051	ARTICULADO	10/12/2019	12/12/2019	2	509576	CAMBIO	CULATA	REEMPLAZO DE CULATA POR NO ACTIVO DE ESTANQUEIDAD BAJA.- REEMPLAZO DE CULATA- REEMPLAZO DE ANILLOS (6)- REEMPLAZO DE COMISOS (6)- REEMPLAZO DE METALES DE HILO (12)- REEMPLAZO DE COJINETES. OBSERVACIONES DEL CGM NIVELES DE FLUIDOS OK.
21002	ARTICULADO	12/12/2019	14/12/2019	2	759243	REPARACION	CULATA	10-12-2018 SE PROCEDE A HACER PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DE MOTOR 1 ER CILINDRO 100 DE 100 PSI; 2DO CILINDRO 20 PSI DE 100 PSI; 3ER CILINDRO 28 PSI DE 100 PSI 4TO CILINDRO DE 20 PSI DE 100 PSI ; 5TO CILINDRO 22 PSI DE 100 PSI 6TO CILINDRO 2 PSI DE 100 PSI MOTOR DESCOMPRESIONADO POR ADMISION Y CARTER TODO ESTA GENERANDO LOS CHECK ARRIBA. REQUIERE INTERVENCION DE MOTOR TEC. CESAR CORAL 23:00 A 01:15 MAURILIO RUIZ 00:00 A 01:15
21071	ARTICULADO	13/12/2019	15/12/2019	2	625921	REPARACION	CULATA	04/09/2018 SE REALIZA LA PRUEBA DE PRESIÓN DIFERENCIAL A LOS CILINDROS ENCONTRANDO LOS SIGUIENTES VALORES: CILINDROS 01-43 PSI / 2-30 PSI / 3-33PSI / 4-40PSI / 5-70PSI / 6-95PSI POR INSPECCIÓN DE CUMMINS. OBSERVACIONES DEL CGM MOTOR OPERATIVO.
22018	ALIMENTADOR	17/12/2019	26/12/2019	9	800047	REPARACION	GENERAL	SE REALIZO PRUEBA DE ESTANQUEIDAD ENCONTRANDO LAS SIGUIENTES MEDIDAS CILINDRO 1-38 PSI CILINDRO 2-24 PSI CILINDRO 3-40 PSI CILINDRO 4-86 PSI CILINDRO 5 -74 PSI CILINDRO 6-92 PSI TEC. MAURICIO 14:00 A 18:00
21037	ARTICULADO	24/12/2019	26/12/2019	2	497271	CAMBIO	PLAN PROACTIVO	PLAN PROACTIVO CAMBIO DE CULATA



Anexo 4. Procedimiento de cambio de filtro de aceite motor

HISTORIAL DE REVISIONES		
REVISION	FECHA	MOTIVO DE LA REVISION
1	08/02/2020	Procedimiento Original

DISTRIBUCION DE COPIAS			
PERSONA	DEPARTAMENTO	FECHA DE ENTREGA	FIRMA

REDACTADO:	REVISADO:	APROBADO:	REVISION:
RESPONSABLE DE CALIDAD	RESPONSABLE DE CALIDAD	GERENTE	FECHA:
FIRMA	FIRMA	FIRMA	PAGINAS:

1.- OBJETO

El objeto de este procedimiento es establecer la metodología para el cambio de filtro de aceite motor.

2.- ALCANCE

Este procedimiento se aplica a todas las actividades de Cambio de Filtro de Aceite Motor.

3.- REFERENCIAS

Formato de Cambio de Filtro de Aceite Motor MT-F-086.

4.- DEFINICIONES

Aceite: Los aceites son productos líquidos, en su mayoría derivados del petróleo y cuya composición son de compuestos orgánicos conformados por átomos de carbono e hidrogeno. Son el resultado de una combinación de “aceites base”, que proveen las características lubricantes primarios y sustancias químicas activas que se añaden a los aceites utilizados para aumentar su rendimiento, eficiencia y vida útil.

Aceite usado: Todos los aceites con base mineral o sintética utilizados para lubricar que hayan perdido sus propiedades de lubricación y se hayan vuelto inadecuados para ese uso.

Filtro de Aceite: Es un componente que contiene elementos filtrantes y que a su vez cuenta con diferentes capas de elementos porosos, por donde pasa el lubricante para ser filtrado. La principal función del filtro es la retención de residuos metálicos y contaminantes para evitar su circulación por el motor causando problemas y daños, lijando las piezas por donde circula el aceite.

5.- RESPONSABILIDADES

Gerencia: Destinar los recursos necesarios para la ejecución de este procedimiento.

Supervisor: Capacitar sobre este procedimiento a todo el personal involucrado. Velar por el fiel cumplimiento de este procedimiento.

Prevención de riesgos: Corregir desviaciones y actualizar procedimiento. Velar por el fiel cumplimiento de este procedimiento.

Trabajador: Conocer y aplicar en todo momento este Procedimiento de Trabajo Seguro. Cumplir en todo momento con las medidas de prevención de riesgos que su supervisor

le indique. Informar de cualquier anomalía que se presente durante el desarrollo de los trabajos.

6.- EJECUCION

Para el cambio de filtro de aceite motor se siguen los siguientes pasos:

Solicitar que el bus este en un lugar horizontal y con el motor apagado.

Tomar datos de vehículos.

. Numero de Bus.

. kilometraje.

. Hora de motor.

Colocar elementos preventivos (bus en mantenimiento).



Accionar el botón de seguridad Start box; Botón de color rojo ubicado en la parte posterior del vehículo dentro del habitáculo donde se encuentra montado el motor, al estar accionado cumple la función de evitar el encendido de motor por la chapa de contacto con la llave



- Alistamiento de equipos y herramientas, suncho metálico.



- Retirar el filtro de aceite motor usado.



- Llenar el filtro nuevo con aceite de motor y proceder a instalar.



Medir el nivel de aceite motor y encender la unidad para verificación del trabajo realizado, que no exista ninguna fuga de aceite por el componente instalado.

Disposición del filtro y el aceite usado en el área de residuos peligrosos.

Aseguramiento de área ordenada y limpia.

7.- ANEXOS

- Formato de Cambio de Filtro de Aceite Motor MT-F-086.

Anexo 5. Procedimiento cambio de aceite motor

HISTORIAL DE REVISIONES		
REVISION	FECHA	MOTIVO DE LA REVISION
1	08/02/2020	Procedimiento Original

DISTRIBUCION DE COPIAS			
PERSONA	DEPARTAMENTO	FECHA DE ENTREGA	FIRMA

REDACTADO:	REVISADO:	APROBADO:	REVISION:
RESPONSABLE DE CALIDAD	RESPONSABLE DE CALIDAD	GERENTE	FECHA:
FIRMA	FIRMA	FIRMA	PAGINAS:

1.- OBJETO

El objeto de este procedimiento es establecer la metodología para el cambio de aceite de motor.

2.- ALCANCE

Este procedimiento se aplica a todas las actividades de cambio de aceite de motor.

3.- REFERENCIAS

- Instructivo de Cambio de Aceite Motor
- Formato de Cambio de Aceite Motor MT-F-33.
- Control de actividades diarias

4.- DEFINICIONES

Aceite: Los aceites son productos líquidos mayoritariamente derivados del petróleo y cuya composición son complejas mezclas de diversos tipos de hidrocarburos. Son el resultado de una combinación de “aceites base”, que proveen las características lubricantes primarios y “aditivos” utilizados para aumentar su rendimiento, eficiencia y vida útil.

Aceite usado: Todos los aceites con base mineral o sintética destinados a lubricar que se hayan vuelto inadecuados para ese uso.

5.- RESPONSABILIDADES

Gerencia: Destinar los recursos necesarios para la ejecución de este procedimiento.

Supervisor: Capacitar sobre este procedimiento a todo el personal involucrado. Velar por el fiel cumplimiento de este procedimiento.

Prevención de riesgos: Corregir desviaciones y actualizar procedimiento. Velar por el fiel cumplimiento de este procedimiento.

Trabajador: Conocer y aplicar en todo momento este Procedimiento de Trabajo Seguro. Cumplir en todo momento con las medidas de prevención de riesgos que su supervisor le indique. Informar de cualquier anomalía que se presente durante el desarrollo de los trabajos.

6.- EJECUCION

Para el cambio de aceite de motor se siguen los siguientes pasos:

Solicitar que el bus este en un lugar horizontal y con el motor recién apagado.

Tomar datos de vehículos.

Colocar elementos preventivos (bus en mantenimiento).

Aseguramiento de bus apagado (Start Box.)

Alistamiento de herramientas.

Verificar el drenado del aceite usado completamente.

Llenar el aceite de motor nuevo (26 litros de aceite motor con el sistema puradyn instalado).

Verificación del trabajo realizado.

Disposición del aceite usado.

Aseguramiento de área ordenada y limpia.

7.- ANEXOS

Control diario de actividades.

Formato de Cambio de Aceite Motor MT-F-33.

Anexo 6. Procedimiento cambio de filtro Puradyn motor.

HISTORIAL DE REVISIONES		
REVISION	FECHA	MOTIVO DE LA REVISION
1	08/02/2020	Procedimiento Original

DISTRIBUCION DE COPIAS			
PERSONA	DEPARTAMENTO	FECHA DE ENTREGA	FIRMA

REDACTADO:	REVISADO:	APROBADO:	REVISION:
RESPONSABLE DE CALIDAD	RESPONSABLE DE CALIDAD	GERENTE	FECHA:
FIRMA	FIRMA	FIRMA	PAGINAS:

1.- OBJETO

El objeto de este procedimiento es establecer la metodología para la actividad Cambio Filtro Puradyn Motor.

2.- ALCANCE

Este procedimiento se aplica a todas las actividades Cambio Filtro Puradyn Motor.

3.- REFERENCIAS

- Formato de Cambio Filtro Puradyn Motor MT-F-32.
- Control de actividades diarias

4.- DEFINICIONES

Aceite: Los aceites son productos líquidos mayoritariamente derivados del petróleo y cuya composición son complejas mezclas de diversos tipos de hidrocarburos. Son el resultado de una combinación de “aceites base”, que proveen las características lubricantes primarios y “aditivos” utilizados para aumentar su rendimiento, eficiencia y vida útil.

Aceite usado: Todos los aceites con base mineral o sintética destinados a lubricar que se hayan vuelto inadecuados para ese uso.

Equipo Puradyn: Es un sistema de alta eficiencia de filtración de aceite por “bypass”, limpia el aceite removiendo contaminantes sólidos y líquidos, mantiene el lubricante con la viscosidad apropiada.

5.- RESPONSABILIDADES

Gerencia: Destinar los recursos necesarios para la ejecución de este procedimiento.

Supervisor: Capacitar sobre este procedimiento a todo el personal involucrado. Velar por el fiel cumplimiento de este procedimiento.

Prevención de riesgos: Corregir desviaciones y actualizar procedimiento. Velar por el fiel cumplimiento de este procedimiento.

Trabajador: Conocer y aplicar en todo momento este Procedimiento de Trabajo Seguro. Cumplir en todo momento con las medidas de prevención de riesgos que su supervisor le indique. Informar de cualquier anomalía que se presente durante el desarrollo de los trabajos.

6.- EJECUCION

Para la actividad de cambio filtro Puradyn motor se siguen los siguientes pasos:

Solicitar que el bus este en un lugar horizontal y el motor apagado.

Tomar datos de vehículos.

Alistamiento de herramientas e insumos.

Abrir la tapa del equipo Puradyn y luego retirar el filtro usado.

Colocar el filtro nuevo.

Asegurar la tapa del Equipo Puradyn.

Realizar un relleno de aceite transmisión (04 litros Aceite Motor).

Verificación de la actividad realizada.

Disposición del filtro usado.

Aseguramiento de área ordenada y limpia.

7.- ANEXOS

Control diario de actividades.

Formato de Cambio Filtro Puradyn Motor MT-F-32.

Anexo 7. Proceso inicial de instalación Puradyn motor



COMPONENTES SISTEMA PURADYN MOTOR PFT-40:

1.- UNIDAD PURADYN MOTOR



2.- VALVULA DE ENTRADA (TOMA MUESTRA)



3.- RACOR DE VALVULA DE ENTRADA



4.- RACOR DE RETORNO



5.- VALVULA DE PRESION (SALIDA) / ACOPLA TIPO "T" / RACOR



6.- ACOPLA TIPO CODO DE 90° PARA CONECTAR MANGUERA DE RETORNO



7.- RACOR DE CARTER



8.- VALVULA DE DESFOGUE



9.- MANGUERA DE PRESION ¼”

10.-MANGUERA DE RETORNO 5/8” 250 BAR - 3600 PSI

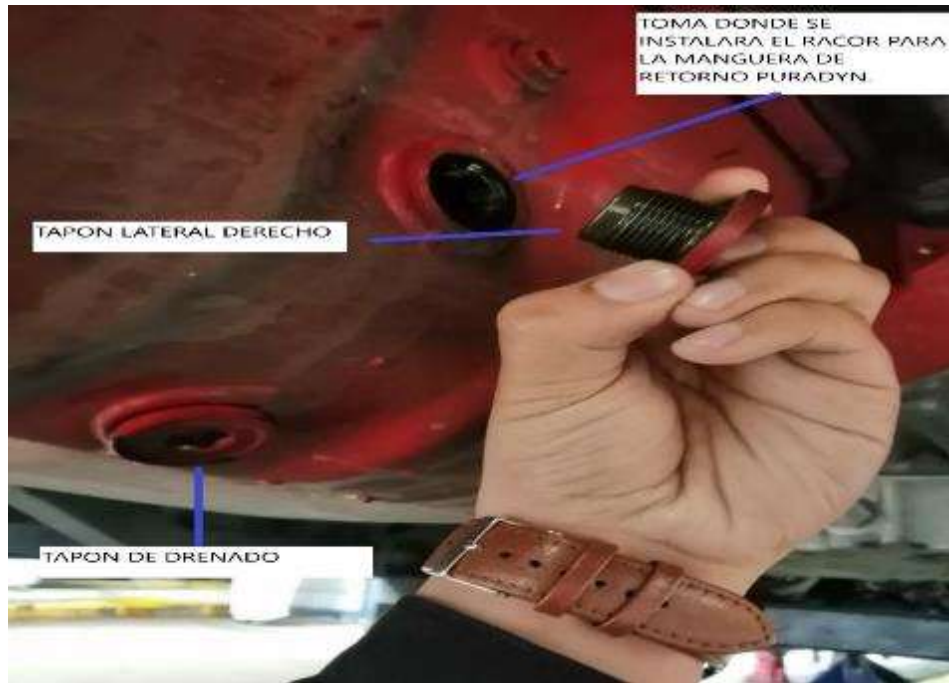
PROCEDIMIENTO PARA INSTALACION SISTEMA PURADYN

MOTOR:

1. DRENAR EL ACEITE DE MOTOR.



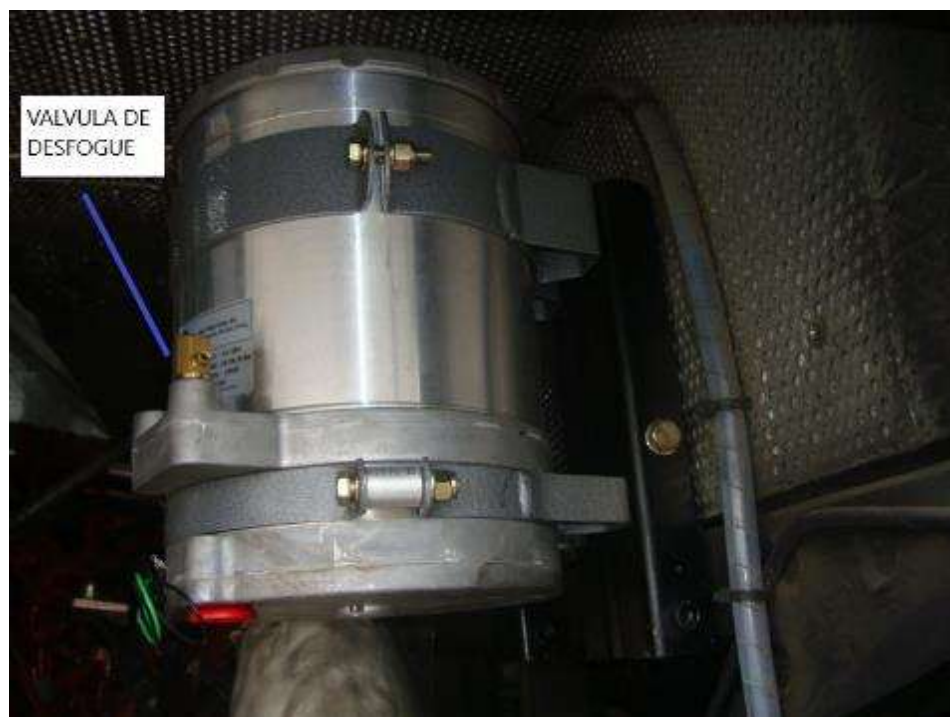
2. RETIRAR TAPON SECUNDARIO QUE SE ENCUENTRA EN EL LADO DERECHO DEL CARTER DE MOTOR. VER IMAGEN.



3. INSTALAR RACOR (7) EN EL CARTER Y COLOCAR EL ACOPLA TIPO CODO(6).



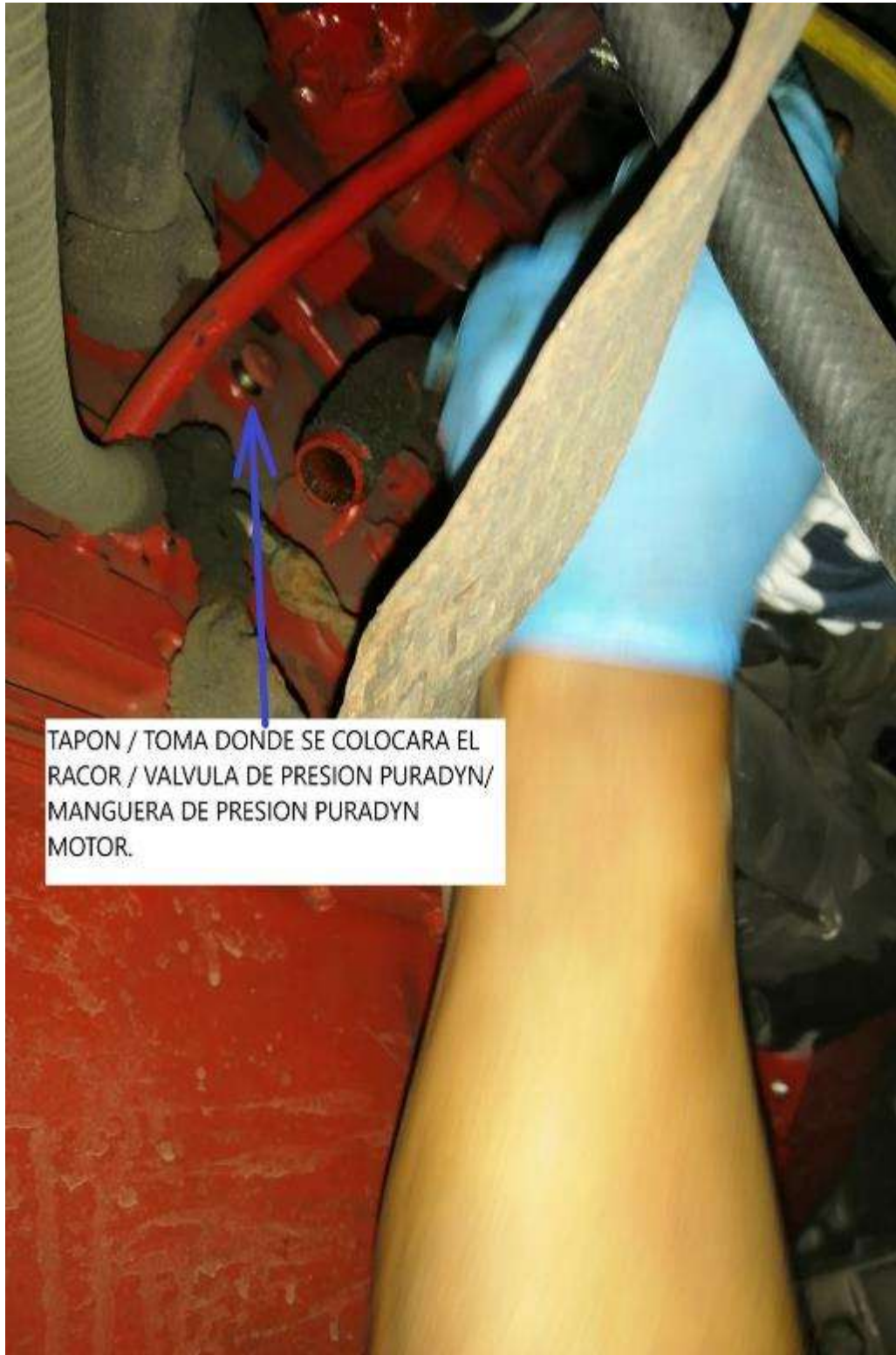
4. MONTAR UNIDAD PURADYN MOTOR (1).



5. - MONTAR VALVULA DE ENTRADA / TOMA MUESTRA (2), RACOR (3).
 - MONTAR VALVULA DE DESFOGUE (8).
 - MONTAR RACOR DE RETORNO (4).
 - MONTAR MANGUERA DE RETORNO (10).
 - MONTAR MANGUERA DE PRESION (9) EN LA VALVULA DE ENTRADA (2).



6. RETIRAR TAPON DE MONOBLOCK DEL MOTOR / LADO SUPERIOR DERECHO.



7. INSTALAR RACOR, VALVULA DE PRESION (5)Y MANGUERA DE PRESION PURADYN MOTOR (9).



8. CONECTAR MANGUERA DE RETORNO (10).





9. COLOCAR FILTRO PURADYN PFT 40 (1) / LLENAR ACEITE AL MOTOR / DEJAR EN SU NIVEL ADECUADO SEGUN MEDICION CON VARILLA / ENCENDER EL MOTOR DE 15 A 20 MINUTOS / APAGAR EL MOTOR Y ESPERAR 15 MINUTOS APROX / VOLVER A MEDIR EL NIVEL DE ACEITE Y COMPLETAR.



Anexo 8. Llegada de las unidades de microfiltración y filtros Puradyn.



Anexo 9. Detalle de acciones de mantenimiento por fallas asociadas a la lubricación del motor año 2019

BUS	FLOTA	FECHA INICIAL	FECHA FINAL	DIAS	KM	ACCION	MOTOR?	TIPO REP.	DETALLE
22005	ALIMENTADOR	14/01/2020	19/01/2020	5	887675	REPARACION	ORIGINAL	GENERAL	SE PROCEDE HALER PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DE MOTOR. PRESENTA LOS SIGUIENTES VALORES. 1ER CILINDRO 48 PSI DE 100 PSI. 2DO CILINDRO 42 PSI DE 100 PSI. 3ER CILINDRO 34 PSI DE 100 PSI. 4TO CILINDRO 0 PSI DE 100 PSI. 5TO CILINDRO 50 PSI DE 100 PSI. 6TO CILINDRO 44 PSI DE 100 PSI. TODA LA COMPRESIÓN SE ESCAPA POR EL CARTER. EN TODOS LOS CILINDROS.
21048	ARTICULADO	15/01/2020	16/01/2020	1	489864	REPARACION	NUEVO	REPARACION	SE DESMONTÓ BOBINAS BUJÍAS PARA REALIZAR ESTANQUEIDAD DEL MOTOR: CIL 1-63 PSI EN LA PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DE MOTOR. CIL 2-22 PSI CIL 3 CIL6 ESTAN BAJOS. CIL 3 00 PSI CIL 03 ESTÁ 00 PSI A COMPRESIÓN SE VA. CIL 4 30 PSI HACIA LA ADMISIÓN CIL 06 ESTÁ 3 PSI. CIL 05 54 PSI LA COMPRESIÓN SE VA HACIA LA ADMISIÓN. CIL 6 3PSI MOTOR ESTÁ CON GARANTÍA POR CUMMINS.
21053	ARTICULADO	21/01/2020	23/01/2020	2	542216	CAMBIO	NUEVO	PLAN PROACTIVO	PLAN PROACTIVO CAMBIO DE CULATA
22019	ALIMENTADOR	28/01/2020	6/02/2020	9	839750	REPARACION	ORIGINAL	GENERAL	E PROCEDÍO A REALIZAR PRUEBA DE ESTANQUEIDAD AL MOTOR ENCONTRÁNDOSE LOS CILINDROS. CIL NUM. 1 - 36 PSI / CIL NUM.2-22 PSI / CIL NUM.3 - 19 PSI / CIL NUM.4 - 50 PSI / CIL NUM.5 - 47 PSI / CIL NUM.6 80 PSI. SE REQUIERE REALIZAR LA PRUEBA BLOWBY CILINDRO NUM.2 Y 3 SE ENCUENTRA DESCOMPRESADOS. TEC. ROCIO SOLIS JEXON GUERRERO APOYO DE 15:00 A 17:00
22038	ALIMENTADOR	13/02/2020	18/02/2020	5	646189	REPARACION	ORIGINAL	GENERAL	SE PROCEDIO A REALIZAR PRUEBA DE VIDEOSCOPIO OBSERVANDO CILINDRO 1 2 Y 6 CON PRESENCIA DE ACEITE Y CAMISAS RAYADOS Y LOS CILINDROS 3 4 Y 5 LIGERAMENTE CON PRESENCIA DE ACEITE POR LO QUE SE REQUIERE REVISAR COMPONENTES INTERNOS DE MOTOR. SE VERIFICO LAS MANGUERAS OBSTRUCCIONES SE DESMONTO ENFRIADOR DE ACEITE LUEGO REALIZAMOS PRUEBA DEL REFRIGERANTE PARA REALIZAMOS PRUEBA CON OTRO SENSOR IGUAL LLEGA 206°F. BUS SIGUE PRESENTANDO TEMPERATURA ELEVADA
21008	ARTICULADO	15/02/2020	17/02/2020	2	586328	CAMBIO	NUEVO	PLAN PROACTIVO	PLAN PROACTIVO CAMBIO DE CULATA
22013	ALIMENTADOR	18/02/2020	28/02/2020	10	851424	MOTOR ORIGINAL	ORIGINAL	GENERAL	SE PROCEDIO A REALIZAR PRUEBA DE ESTANQUEIDAD LO CUAL SE OBSERVA CILINDRO NRO 01-60% / 05-30% / 03-50% / 06-40% / 02-20% / 04-40% LO CUAL SE REQUIERE REALIZAR PRUEBA DE VIDEOSCOPIO AL CILINDRO NRO 02
21051	ARTICULADO	19/02/2020	21/02/2020	2	319137	REPARACION	ORIGINAL	CULATA	SE PROCEDIO A REALIZAR PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DE MOTOR DONDE SE OBSERVA CILINDRO N°1-60 PSI / CILINDRO N°2-66 PSI / CILINDRO 3 - 94 PSI / CILINDRO N°4 - 80PSI / CILINDRO 5 - 70 PSI / CILINDRO N°6 - 60 PSI / FUGA ES HACIA LA PARTE DLE MOTOR VALVULAS DE ADMISION Y ESCAPE HERMÉTICOS. CAMBIO DE CULATA. SE UTILIZÓ CULATA DEL 21019
22039	ALIMENTADOR	2/03/2020	10/03/2020	8	603559	REPARACION	ORIGINAL	GENERAL	BUJIAS CONTAMINADAS (CABONIA Y ACEITE) SE PROCEDIO A REALIZAR PRUEBA DE ESTANQUEIDAD A CADA UNO DE LOS CILINDROS N°1 70PSI N°2 46PSI N°3 70PSI N°4 42PSI N°5 50PSI N°6 90PSI SE OBSERVA CILINDRO 2-4-5 ESTAN BAJOS DE COMPRESION
21015	ARTICULADO	7/03/2020	15/03/2020	8	421226	REPARACION	ORIGINAL	CULATA	*SE PROCEDIO A DRENAR REFRIGERANTE SE DESMONTO MANGUERAS DE ADMISION Y REFRIGERACION LUEGO SE DESMONTO EGK TURBO Y MULTIPLE DE ESCAPE SE DESMONTO BOBINAS BUJIAS ARNES DE MOTOR LUEGO EL MODELO DE COMBUSTIBLE SE DESMONTO TAPA DE BALANCINES BALANCINES VARILLAS Y SE AFLOJO PERNOS SE DESMONTO CULATA. SE INSPECCIONO DONDE SE OBSERVA FISURAS EN CILINDRO N°2 Y 3. COMPRESION: CILINDRO N°1 80PSI CILINDRO N°2 36 PSI CILINDRO N°3 98PSI CILINDRO N°4 94PSI CILINDRO N°5 80 PSI CILINDRO N°6 90PSI. *PRUEBA DE BLOWBY, 7 IN/HG, SIENDO UN MAXIMO DE 8 IN/HG PARA MOTOR NUEVO Y 18 IN/HG PARA MOTOR REPARADO. *CAMBIO DE CULATA, CON CULATA DE BUS 21051: COMPRESION DE CIL: CIL 1 90PSI, CIL 2: 66PSI, CIL 3 90 PSI, CIL 4 90PSI, CIL 5 92PSI, CIL 6 94PSI; BUS EN VIA NO PRESENTA CHECK NI PERDIDA DE POTENCIA.
21032	ARTICULADO	31/03/2020	6/04/2020	6	399151	REPARACION	ORIGINAL	PARCIAL	SE CONECTO CON EL INSITE ENCONTRANDO CODIGO DE ERROR RECIENTE (1718) MISFIRE DE MOTOR/CILINDROS SE PROCEDIO A VERIFICAR ALIMENTACION AL ICM 13.4V TAMBIEN SE VERIFICO FUSIBLES DE CONVERSOR DE VOLTAJE/SE HIZO LIMPIEZA SE VERIFICO ENTRADA Y SALIDA DE ESTE (ALIMENTACION) OK. 24.2V - 13.5V. SE PROCEDIO A DESMONTAR BOBINAS/BUJIAS. LUEGO SE DESMONTO TAPA DE BALANCINES PARA REALIZAR PRUEBA DE ESTANQUEIDAD AL MOTOR CILINDRO N°1 60PSI N°2 48PSI. N°3 50PSI N°4 40PSI N°5 30PSI N°6 70PSI OBSERVANDO CILINDROS CON BAJA COMPRESION FUGA DE AIRE TANTO POR FUNDA DE VARILLA MEDIDOR DE ACEITE Y POR EL ADMISION SE REQUIERE REVISAR COMPONENTES DE MOTOR/CULATA Y HACER PRUEBA DE BLOWBY. REALIZAMOS PRUEBA DE SOPLADO DE GASES AL CARTER SALIMOS A TRAPICHE EN LA PRUEBA NOS INDICA QUE ESTA DENTRO DEL RANGO DE TRABAJO (1.5 INHG) SE REQUIERE REVISAR COMPONENTES INTERNOS DEL MOTOR

BUS	FLOTA	FECHA INICIAL	FECHA FINAL	DIAS	KM	ACCION	MOTOR?	TIPO REP.	DETALLE
22021	ALIMENTADOR	19/04/2020	25/04/2020	6	633621	REPARACION	ORIGINAL	GENERAL	SE PROCEDIÓ A DESMONTAR MEZCLADOR DE AIRE COMPELTO SE DESMONTÓ RAMAL DE ECM TAMBIÉN SE DESMONTÓ MÓDULO ICM-ECM SE DESMONTÓ COMPRESOR DE AIRE LUEGO SE DESMONTÓ TURBOCOMPRESOR Y MÚLTIPLE DE ESCAPE SE DESMONTÓ TAPA DE DISTRIBUCIÓN LUEGO SE DESMONTÓ BOMBA DE ACEITE SE DESMONTÓ PORTA CAMPANA POSTERIOR DE MOTOR Y PARA RETEN DE CIGÜEÑAL SE DESMONTÓ TAPA A BALANCINES / BALANCINES Y VARILLAS DE ESTOS LUEGO SE DESMONTÓ CULATA SE DESMONTÓ CARTER DE MOTOR LUEGO SE DESMONTÓ PISTONES Y BIELAS OBSERVANDO ANILLO ROTO EN EL PISTÓN N°3-4-5-6 TAMBIÉN SE OBSERVA METALES DESGASTADOS SE DESMONTÓ EJE LEVAS Y EJE CIGÜEÑAL LUEGO SE DESMONTÓ CAMISAS(RAYADOS).
21052	ARTICULADO	5/05/2020	11/05/2020	6	417691	CAMBIO	NUEVO	CAMBIO	PLAN DE CAMBIO DE MOTORES (PERDIDA DE POTENCIA)
21040	ARTICULADO	11/05/2020	15/05/2020	4	421454	CAMBIO	NUEVO	CAMBIO	PLAN CAMBIO DE MOTORES (MOTOR DESCOMPRESIONADO)
21033	ARTICULADO	16/05/2020	19/05/2020	3	420959	CAMBIO	NUEVO	CAMBIO	PLAN CAMBIO DE MOTORES (MOTOR DESCOMPRESIONADO)
21048	ARTICULADO	18/05/2020	22/05/2020	4	363705	CAMBIO	NUEVO	CAMBIO	PLAN CAMBIO DE MOTORES (MOTOR DESCOMPRESIONADO)
21066	ARTICULADO	22/05/2020	26/05/2020	4	464005	CAMBIO	NUEVO	CAMBIO	PLAN CAMBIO DE MOTORES (MOTOR DESCOMPRESIONADO)
21077	ARTICULADO	5/06/2020	8/06/2020	3	384229	CAMBIO	NUEVO	CAMBIO	PLAN CAMBIO DE MOTORES (MOTOR DESCOMPRESIONADO)
21001	ARTICULADO	21/06/2020	28/06/2020	7	703010	CAMBIO	NUEVO	CAMBIO	PLAN CAMBIO DE MOTORES (PISTON RECOSTADO)
22010	ALIMENTADOR	27/07/2020	6/08/2020	10	715096	REPARACION	ORIGINAL	GENERAL	SE OBSERVA PASO DE ACEITE POR EL CILINDRO N°2 EXCESIVO Y POR EL CILINDRO N°6 SE OBSERVA QUE ESTA RECOSTADO Y ASI SE VE RAYADO LAS PAREDES DEL CILINDRO; SE ARMO BUJIAS Y BOBINAS; TAMBIÉN SE OBSERVA CILINDRO N°1-3-4-5 PRESENTAN MÍNIMAS RAYADURAS. BUS REQUIERE REVISAR COMPONENTES INTERNOS DE MOTOR YA QUE SE OBSERVA EXCESIVO PASO DE ACEITE.
22042	ALIMENTADOR	7/08/2020	9/08/2020	2	599421	REPARACION	ORIGINAL	GENERAL	SE PROCEDIÓ A LIMPIAR SOPLETEAR MOTOR COMPLETO LUEGO SE DESMONTARON BOBINAS Y BUJIAS OBSERVANDO BUJIAS CONTAMINADAS (CON CARBONIA) SE DESMONTÓ TAPA DE BALANCINES LUEGO SE PUSO A PUNTO EL MOTOR PARA REALIZAR LA PRUEBA DE ESTANQUEIDAD A LOS: * CILINDROS NUM.01:12 PSI * CILINDROS NUM.02:20 PSI * CILINDROS NUM.03:26 PSI * CILINDROS NUM.04:50 PSI * CILINDROS NUM.05:40 PSI * CILINDROS NUM.06:40 PSI SE OBSERVO MOTOR DESCOMPRESIONADO AL MOMENTO DE REALIZAR LA PRUEBA FUGA AIRE POR FUNDA DE VARILLA MEDIDOR DE ACEITE SE REQUIERE REVISAR COMPONENTES INTERNOS DE MOTOR Y COMPONENTES DE LA CULATA DEL MOTOR. SE VOLVIO A MONTAR BUJIAS BOBINAS Y TAPA DE BALANCINES.
21049	ARTICULADO	21/08/2020	24/08/2020	3	422145	CAMBIO	NUEVO	CAMBIO	PLAN DE CAMBIO DE MOTORES (VALVULA DE CULATA)
22023	ALIMENTADOR	22/09/2020	30/09/2020	8	685654	REPARACION	ORIGINAL	GENERAL	SE DESMONTÓ BOBINAS Y BUJIAS PARA REALIZAR VIDEOSCOPIO AL MOTOR TODOS LOS CILINDROS OBSERVANDO LAS VALVULAS DE ADMISION CONTAMINADO CON ACEITE TODOS LOS CILINDROS Y CILINDROS RAYADOS; SE REQUIERE REPARAR MOTOR.
21027	ARTICULADO	2/10/2020	7/10/2020	5	458228	CAMBIO	NUEVO	CAMBIO	PLAN CAMBIO DE MOTORES (MOTOR DESCOMPRESIONADO)
21070	ARTICULADO	16/10/2020	20/10/2020	4	648039	CAMBIO	NUEVO	CAMBIO	PLAN CAMBIO DE MOTORES (MOTOR DESCOMPRESIONADO)

22036	ALIMENTADOR	20/11/2020	26/11/2020	6	678952	REPARACION	ORIGINAL	GENERAL	
21048	ARTICULADO	6/12/2020	9/12/2020	3	402179	REPARACION	NUEVO	CULATA	SE PROCEDE A DESMONTAR BOBINAS BUJIAS SE REVISO LUZ DE BUJIA ESTANDO BIEN LUEGO SE REVISO LUZ DE VALVULAS ESTANDO BIEN LUEGO SE REALIZÓ PRUEBA DE ESTANQUIDAD EN DONDE SE ENCONTRÓ CILINDRO N°01-50 PSI CILINDRO N°2-20PSI CILINDRO N°03-10 PSI CILINDRO N°4 -40 PSI CILINDRO N°05- 40 PSI CILINDRO N°06-40 PSI FUGA ES HACIA LE MULTIPLE DE ADMISION POR LO QUE SE REQUIERE DESMONTAR CULATA PARA INSPECCIÓN DE COMPONENTES. LIMPIEZA DE COMPONENTES MONTAJE DE CULATA AJUSTE DE PERNOS DE CULATA SEGUN MANUELA DE PROCEDIMIENTO 002-004. CALIBRACION DE VALVULA. INSTALACION DEL SISTEMA ELECTRICO BUJIAS / BALACINES/ ARNES. INSTALACION DE CONDUCTOS DE AIRE. INSTALACION DE CONDUCTOS DE REFRIGERANTE. PRUEBA DE MOTOR EN VACION. PRUEBA DE MOTOR EN RUTA. MOTOR OPERATIVO. SE PROCEDIO A REVISAR POSIBLE FUGA DE REFRIGERANTE ENCONTRANDOSE FUGA EXCESIVO DE REFRIGERANTE POR LA MANGUERA DE TURBO DE 3/8 SE PROCEDIO A DRENAR EL REFRIGERANTE Y SE CORRIGIO LA FUGA LUEGO SE PROBO FUNCIONAMIENTO AL MOTOR Y ASI QUEDANDO EN BUEN ESTADO SIN FUGA.
21066	ARTICULADO	28/12/2020	30/12/2020	2	522624	REPARACION	NUEVO	CULATA	VERIFICACIÓN DEL CÓDIGO MISFIRE. VERIFICACIÓN DE ESTANQUIDAD DE CILINDROS. VERIFICACIÓN DE BOBINAS. VERIFICACIÓN DE BUJÍAS. VALORES ENCONTRANDO. 1° 50 PSI / 2°30 PSI / 3°30 PSI / 4° 80 PSI / 5° 40 PSI / 6° 0 PSI . TEC.RODOLFO MANRIQUE DRENADO DE REFRIGERANTE. PRUEBA DE PRESION DIFERENCIAL A LOS CILINDROS. DESMONTAJE DE PERIFERICOS. DESMONTAJE DE CULATA. SE REALIZO LIMPIEZA DE LOS COMPONENTES PERNOS DE CULATA LUEGO SE LIMPIO SUPERFICIE DEL MONOBLOCK SE MONTO CULATA COMPLETA SE MONTO EL MIXER COMPLETO LUEGO SE MONTO BUJIAS BOCINAS SE MONTO VARILLAS Y BALACINES SE CALIBRO LAS VALVULAS DE ADMISION / ESCAPE SE MONTO TAPA DE BALACINES LUEGO SE MONTO MULTIPLE DE ESCAPE SE MONTO EL TURBO COMPRESOR LUEGO SE MONTARON TUBOS DEL SISTEMA DE ADMISION REFRIGERACION. SE LLENO EL REFRIGERANTE). SE APOYO AL TECNICO DE CUMMIS A MONTAR LA CULATA DE MOTOR.