UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Proyecto Técnico previo a la obtención del título de Ingeniería Industrial

Título: *Diseño de Indicadores de Rendimiento (KPI), para la mejora de los procesos del área de mantenimiento de Equipo Caminero en la empresa Progecon S. A.*

Title: *Design of Performance Indicators (KPI), for the improvement of the processes of the maintenance area of Road Equipment in the company Progecon S. A.*

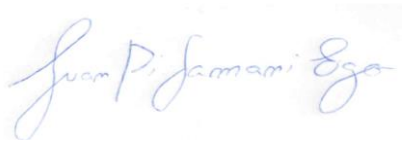
Autor: Juan Pablo Samaniego Pillaga

Director de proyecto técnico: Ing. Tania Rojas Párraga Ms.C

Guayaquil, agosto de 2021

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA

Yo, Juan Pablo Samaniego, declaro que soy el único autor de este trabajo de titulación titulado DISEÑO DE INDICADORES DE RENDIMIENTO (KPI), PARA LA MEJORA DE LOS PROCESOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO CAMINERO EN LA EMPRESA PROGECON S. A



Juan Pablo Samaniego Pillaga

C.I. 0922463443

.

DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Quien suscribe, en calidad de a autor del trabajo titulación titulado DISEÑO DE INDICADORES DE RENDIMIENTO (KPI), PARA LA MEJORA DE LOS PROCESOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO CAMINERO EN LA EMPRESA PROGECON S. A, por medio de la presente, autorizo a la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR a que haga uso parcial o tal de esta obra con fines académicos o de investigación.

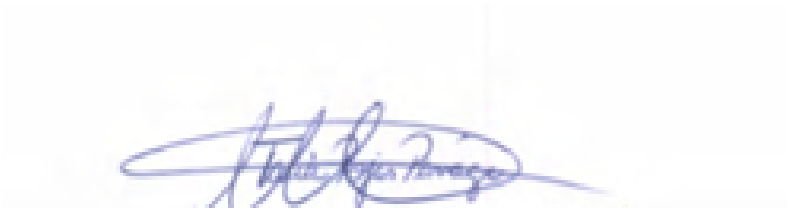
Juan Pablo Samaniego Pillaga

C.I. 0922463443

DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Quien suscribe, en calidad de director del trabajo de titulación titulado "DISEÑO DE INDICADORES DE RENDIMIENTO (KPI), PARA LA MEJORA DE LOS PROCESOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO CAMINERO EN LA EMPRESA PROGECON S. A", desarrollado por el estudiante Juan Pablo Samaniego Pillaga previo a la obtención del Título de Ingeniería Industrial, por medio de la presente certifico que el documento cumple con los requisitos establecidos en el Instructivo para la Estructura y Desarrollo de Trabajos de Titulación para pregrado de la Universidad Politécnica Salesiana. En virtud de lo anterior, autorizo su presentación y aceptación como una obra auténtica y de alto valor académico.

Dado en la Ciudad de Guayaquil, a los 12 días del mes de julio - 2021



Ing. Tania Catalina Rojas Párraga

Docente Director del Proyecto Técnico

AGRADECIMIENTO

Mi Agradecimiento a la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, Centenario. Principalmente a la carrera de Ingeniería Industrial, al actual Vicerrector de la sede Ingeniero Raúl Álvarez, quien fue durante mi etapa de estudiante mi director de carrera, a la actual directora de carrera Ingeniera Fabiola Terán, el coordinador de titulación Ingeniero Armando López, mi tutor a cargo Ingeniera Tania Rojas, quienes me brindaron su guía en este proceso de titulación, y también tuve la suerte de tenerlos como mis docentes en varias materias de pre grado.

Mi agradecimiento a Progecon S.A, empresa en la que me he desarrollado por 7 años de mi vida y me permitieron realizar mi proyecto técnico, a mis compañeros de trabajo por su gentil colaboración. A amigos que me asesoran con su conocimiento para la realización de mi tesis. Al grupo IASA por ser el laboratorio que me ayudo con los análisis de aceite.

Dedicatoria

Principalmente a mis Padres quienes han estado durante varios años esperando este momento, hoy no soy yo quien los llena de orgullo, son ellos quienes me llenan de orgullo a mí, por inculcarme que lo que se siembra con manos propias, se convierte en la cosecha más gratificante. A mis Hermanos quienes siempre me brindaron su respaldo y ayuda en este proceso. Una dedicatoria a familiares y amigos tan cercanos que hoy están junto a nuestro padre celestial, mis tíos: Cesar, Luis, Patricio, y mi gran amigo Andrés Sellan.

Resumen

Progecon S.A tiene como política realizar mantenimientos preventivos de cambio de aceite de motor cada 250 a 300 horas, sin embargo, con la información histórica de mantenimiento, se encuentra que de 14 máquinas analizadas únicamente dos se realizaban los mantenimientos en el rango establecido. Mientras las otras 12 máquinas superan las 300 horas.

En el caso de Volquetas se consideraba el kilometraje como indicador para realizar el mantenimiento cada 10.000 kilómetros, al observar las horas transcurridas de trabajo de las volquetas se evidencia que la cantidad de horas es muy variada, esto debido a varias obras con distintas rutas, de 19 volquetas se tiene que 16 superan las 600 horas de trabajo, y apenas tres se hacían en menos de 600 horas.

Se envían a realizar análisis de Aceites de motor para determinar si los tiempos en horas de trabajo están siendo correctos, el análisis no solo permite identificar si los componentes internos del motor y la viscosidad del aceite se encuentran con parámetros normales, también identifica diferentes problemas, independientes a las horas máquina.

Al revisar los resultados de análisis de aceite, las maquinarias aun con horas de trabajo mayor a 350, y las volquetas con 700 horas de trabajo, se obtiene que el aceite y los elementos de desgaste del motor se encuentran con parámetros normales. Otorgando un nuevo estándar de horas de trabajo. Pero considerando que no se cumplían con la anterior política de horas de mantenimiento, se usan herramientas de control que ayudaran a hacer un mejor seguimiento de el transcurrir de las horas, y tener la información del equipo caminero con documentos más adecuados para una empresa que busca cumplir con su programa de mantenimientos de forma satisfactoria.

Con el nuevo estándar de horas de trabajo se emplean indicadores de rendimiento semáforo los cuales son visibles y entendibles, sirven para alertar a los operadores cuando las horas maquina estén cerca de cumplirse o se hayan cumplido.

Palabras Clave: mantenimiento preventivo, aceite de motor, análisis de Aceites de motor, herramientas de control, programa de mantenimientos, indicadores de rendimiento

ABSTRACT

Progecon S.A has as a policy to carry out preventive maintenance of engine oil change every 250 to 300 hours, however, with the historical maintenance information, it is found that of 14 machines analyzed only two maintenance was performed in the established range. While the other 12 machines exceed 300 hours.

In the case of dumppers the mileage was considered as an indicator to perform maintenance every 10,000 kilometers, when observing the elapsed hours of work of the dumppers it is evident that the number of hours is very varied, this due to several works with different routes, of 19 tippers it has that 16 exceed the 600 hours of work, and only three were done in less than 600 hours.

They are sent to perform analysis of Engine Oils to determine if the times in working hours are being correct, the analysis not only allows to identify if the internal components of the engine and the viscosity of the oil are with normal parameters, it also identifies different problems, independent of the machine hours.

When reviewing the results of oil analysis, machinery even with working hours greater than 350, and dump trucks with 700 working hours, it is obtained that the oil and the elements of engine wear are with normal parameters. Granting a new standard of working hours. But considering that they did not comply with the previous policy of maintenance hours, control tools are used that will help to better track the passage of the hours, and have the information of the road team with documents more suitable for a company that seeks to comply with its maintenance program in a satisfactory way.

With the new standard of working hours, traffic light performance indicators are used which are visible and understandable, they serve to alert operators when the machine hours are close to being met or have been met.

Keywords: preventive maintenance, engine oil change, analysis of Engine Oils, control tools, maintenance program, performance indicators.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

2 Portada..... **¡Error! Marcador no definido.**

3 Declaración de responsabilidad y autoría…….....ii

4 Declaración de cesión de derechos de autor……...iii

5 Declaración de dirección del trabajo de titulación……..iv

6 Agradecimientos v

7 Dedicatoria vi

8 Resumen vii

9 Abstract viii

10 Índice de contenidos..... ix

11 Introducción 1

CAPÍTULO I EL PROBLEMA..... 4

1.1 Antecedentes 4

1.2 Importancia y alcances..... 6

1.3 Delimitación..... 7

1.4 Objetivos 7

1.4.1 General 7

1.4.2 Específicos 7

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO 9

2.1 Estado del Arte..... 9

2.2 Indicadores de rendimiento 9

2.3 Definición de Mantenimiento 9

2.4 Tipos de mantenimientos 10

2.4.1 Mantenimiento preventivo 11

2.4.2 Mantenimiento correctivo 12

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO..... 15

3.1 Metodología Aplicada..... 15

3.2 Población 16
3.3 Delimitación o muestra 17
3.4 Analisis de Aceites de Motor 37

CAPITULO IV RESULTADOS……..57

4.1 Resultados……57

4.1.1 Herramientas de Control……64

4.1.2 Indicadores de Rendimiento……...71

4.2 Conclusiones……73

4.3 Recomendaciones……...74

BIBLIOGRAFÍA 75
ANEXOS 77
Anexo A: Consentimiento informado 77
Anexo B: Presupuesto 78
Anexo C: Evidencia Fotografica 79

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico Nª 1. Equipo Caminero. 18
Gráfico Nª 2. Costo Total Mantenimientos de Equipo caminero. 19

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Ubicación de la empresa Progecon S.A Google maps……..7

Imagen 2. Condición de Aceite y Motor GSH-6819…….37

Imagen 3. Condición de Aceite y Motor GSH-6819…….38

Imagen 4. Condición de Aceite y Motor GSH-6819…….....39

Imagen 5. Condición de Aceite y Motor GSH-6896…….....39

Imagen 6. Condición de Aceite y Motor GSJ-9371……40

Imagen 7. Condición de Aceite y Motor GSJ-9378.……41

Imagen 8. Condición de Aceite y Motor GSD-3158…….42
Imagen 9. Condición de Aceite y Motor GSJ-4326.…….43
Imagen 10. Condición de Aceite y Motor GSJ-4326.……..44
Imagen 11. Condición de Aceite y Motor GSD-2701……..45
Imagen 12. Condición de Aceite y Motor GSD-2701……..46
Imagen 13. Condición de Aceite y Motor GSJ-4341.……..47
Imagen 14. Condición de Aceite y Motor GSJ-4131……..47
Imagen 15. Condición de Aceite y Motor GSJ-9366……..48
Imagen 16. Condición de Aceite y Motor EXCAVADORA PC 160……49
Imagen 17. Condición de Aceite y Motor EXCAVADORA PC200 393…….....50
Imagen 18. Condición de Aceite y Motor EXCAVADORA PC350 643.……...51
Imagen 19. Condición de Aceite y Motor RETROEXCAVADORA 310SJ 4670.....52
Imagen 20. Condición de Aceite y Motor RETROEXCAVADORA CAT 416E 862....53
Imagen 21. Condición de Aceite y Motor RETROEXCAVADORA CAT 416E 865…54
Imagen 22. Condición de Aceite y Motor RETROEXCAVADORA 310K……55
Imagen 23. Condición de Aceite y Motor CARGADORA W430-6……56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nª 1. Listado y Cuantificación de maquinaria..... 16
Tabla Nª 2. Equipo Caminero. 17
Tabla Nª 3. Costo Total Mantenimientos de Equipo caminero..... 18
Tabla Nª 4. Costo de mano de Obra. 20
Tabla Nª 5. Costo de Materiales. 20
Tabla Nª 6. Costo Total Mantenimiento Volquetas..... 21
Tabla Nª 7. Mantenimiento Motor Volquetas Recorrido de bajo (70-80 km por semana). 22
Tabla Nª 8. Mantenimiento Motor Volquetas Recorrido Largo (1600-1800 km semanal). 23
Tabla Nª 9. Mantenimiento de Motor Volquetas Recorrido Mixto (700-1200 km semanal). 24
Tabla Nª 10. Costo Mano de Obra..... 26
Tabla Nª 11. Costo Materiales. 27
Tabla Nª 12. Costo total Mantenimientos Excavadoras 28

Tabla Nª 13. Mantenimiento de Motor 29
Tabla Nª 14. Costos de Mano de obra. 30
Tabla Nª 15. Costo de Materiales. 30
Tabla Nª 16. Costo Total de Mantenimiento Retroexcavadoras. 31
Tabla Nª 17. Mantenimiento Motor. 32
Tabla Nª 18. costo mano de obra. 33
Tabla Nª 19. Costo de Materiales. 34
Tabla Nª 20. Costo total de Mantenimientos Cargadoras. 35
Tabla Nª 21. Mantenimiento de Motor. 36
Tabla Nª 22. Resultado Analisis de Volquetas. 58
Tabla Nª 23. Resultado Analisis de Maquinarias. 61
Tabla Nª 24. Horas Estandar para mantenimiento de motores. 71
Tabla Nª 25. Semaforo Mantenimiento horas Volquetas. 72
Tabla Nª 26. Semaforo Mantenimiento horas Maquinarias. 72

INTRODUCCIÓN

Hoy en día las empresas deben adaptarse a los requerimientos de transformación que exige desenvolverse en un medio competitivo, tomando metodologías y herramientas de mejora y optimización de sus procesos. Las empresas líderes a nivel mundial lo están implantando, garantizando una manera eficiente y eficaz en todos sus procesos, ya que la creciente exigencia de los clientes y consumidores los impulsa a alcanzar una ventaja competitiva de excelencia (Abril, 2018)

La empresa objeto de estudio del proyecto técnico es la compañía Progecon S.A. ubicada en la ciudad de Guayaquil la cual se requiere diseñar los Indicadores de Rendimientos (KPI), para la mejora de los procesos del área de mantenimiento de equipos camineros, enfocado en el mantenimiento preventivo para evitar daños que obliguen a parar los equipos por largos periodos de tiempo, y evitar costos grandes por la compra de repuestos que deberían tener una larga vida útil si se contaba con un mantenimiento preventivo correcto.

Para la correcta ejecución de la presente investigación, su contenido estará compuesto de la siguiente manera: el capítulo I contiene EL PROBLEMA, en el que se encuentra que en muchas ocasiones los mantenimientos no se realizan en las horas que establece la compañía, y tampoco cuenta con documentación adecuada para el seguimiento de las horas de trabajo ni documentos formales que registren los mantenimientos preventivos, como sus Antecedentes se tiene que la empresa en los últimos años ha contado con trabajo suficiente para tener todo su equipo caminero en actividad, lo cual obliga a la empresa a tener un tiempo de respuesta inmediato para con el correcto funcionamiento de las maquinas con el fin de cumplir los tiempos establecidos que exigen los clientes.
En la sección de Importancia y Alcance se evidencia que Progecon S.A al ser una empresa en crecimiento, ve en la implementación de indicadores de rendimiento (KPI) la oportunidad de mejora en sus procesos del área de mantenimiento de Equipo Caminero, enfocándose en identificar y controlar los riesgos existentes, que le permitan actuar y garantizar que sus equipos estén disponibles para el cumplimiento de sus objetivos.
En Delimitación se tiene que el Taller donde se realizan los mantenimientos es propio y sus instalaciones se encuentran dentro de guayaquil, en el km 18.5 de la vía Daule.
En este Capítulo se presenta el objetivo general del estudio: Diseñar Indicadores de Rendimiento (KPI), para la mejora de los procesos del área de mantenimiento del Equipo Caminero en la empresa Progecon S.A.

También están sus objetivos específicos:

Diagnosticar los tiempos actuales de los procesos que mantiene la empresa Progecon S.A. en el área de mantenimiento para el equipo caminero.

Establecer y aplicar herramientas de control para la reducción en los tiempos de espera de los procesos en el área de mantenimiento para el equipo Caminero.
Determinar los Indicadores de Rendimiento (KPI), de los procesos, para la optimización de tiempos de espera en los mantenimientos del equipo caminero.

En el capítulo II MARCO TEÓRICO se revisa la literatura más reciente e importante sobres conceptos importantes para el desarrollo de este proyecto técnico, aquí se presentara el concepto de los Indicadores de Rendimiento (KPI), la importancia y ventajas del uso KPI en las empresas, el concepto de mantenimiento y la diferencia entre mantenimiento preventivo y correctivo, siendo el preventivo donde se busca desarrollar indicadores de rendimiento, se menciona la importancia de la gestión del mantenimiento industrial y su mejora de procesos, como bases teóricas necesarias para la comprensión integral del desarrollo del proyecto técnico.
También se presentan investigaciones: en el ámbito internacional se habla de un plan de mantenimiento preventivo, la función de los lubricantes, los tipos de lubricantes tales como: mineral sintético y semisintético siendo este último el aceite de motor que se usa en el equipo caminero de la empresa. En investigación nacional se encuentra que la empresa Orientoil S.A aplica un plan de mantenimiento preventivo para el motor de sus vehículos y equipo caminero. En investigación local se tiene la importancia de tener un control del proceso del mantenimiento, la correcta recolección de los datos utilizando formatos de control.

En el capítulo III se expone LA METODOLOGÍA, dentro de este apartado se describirá los métodos, procedimientos y técnicas a usar, para recolectar y procesar la información con el fin de presentar los resultados. Para la recolección de la información de los mantenimientos, se indaga en los archivos de mantenimientos preventivos de la maquinaria de los dos últimos años 2019 y 2020, se realiza una agrupación por tipos de mantenimientos, motor, transmisión, hidráulico, etc. Se evidencia estadísticamente que el mantenimiento principal es el de motor por ser el que se realiza en menos horas de trabajo y por lo tanto es el tipo de mantenimiento preventivo con mayor frecuencia. buscando facturas del costo de los aceites y de los filtros al separan los costos por tipo de mantenimientos se obtiene que el costo principal es el que compete a mantenimiento de motor, con el criterio de frecuencia y criterio económico, se delimita al estudio mantenimiento preventivo de equipo caminero enfondo el estudio al mantenimiento de motores.
Como Política de mantenimiento la empresa autoriza realizar los mantenimientos de motor al cumplir las 250 horas, ya que es lo que vienen realizando desde hace más de 10 años, sin embargo los registros de horas de mantenimiento muestran que no se está cumpliendo y en general la mayoría de máquinas superan las 300 horas entre cada mantenimiento, para verificar si el superar las 300 horas no compromete al motor a un desgaste mayor del normal, a medida que se hacen mantenimientos se toman muestras del aceite viejo y se envía a realizar análisis del aceite en el laboratorio del grupo IASA, y de esa manera buscar cumplir con el primer objetivo específico.

Como la empresa no cuenta con documentos formales para realizar los mantenimientos preventivos se plantea realizar un formato de orden de trabajo, para tener registrado de los mantenimientos preventivos, también se realizarán check list para todo el equipo caminero y de esa manera los operadores a cargo de cada máquina tendrán un documento que les permita observar cada uno de los detalles de la máquina para verificar que se encuentren en óptimas condiciones de trabajo. Y con estas dos propuestas junto a los análisis de aceite tenemos nuestras herramientas de control y cumplir con el objetivo específico dos.
Los resultados de aceite nos ayudaran a establecer un rango de horas correcto para el mantenimiento preventivo de los motores, y una vez obtenido ese rango, se procederá a realizar indicadores de rendimiento que nos presenten cuando las maquinas están con su mantenimiento realizado o les falta muchas horas de trabajo para el próximo mantenimiento, cuando las maquinas estén cerca de cumplir sus horas de trabajo y den oportunidad a programar el mantenimiento, y cuando la maquinaria haya pasado las horas de trabajo y nos den una alerta de que necesita mantenimiento inmediato.

Finalmente, en el capítulo IV RESULTADOS, se tienen los resultados de análisis de aceite de varios grupos de máquinas tales como volquetas, excavadoras, retroexcavadoras, Cargadoras en el caso de volquetas se determina que las horas máximas de trabajo pueden superas las 700 horas, pero se estandariza en 700 horas, en el resto de maquinarias puede superar las 350 horas y se estandariza que los mantenimientos se harán a las 350 horas, con estos resultados se muestran que aunque no existía un riguroso control del pasa de las horas de trabajo, la calidad del aceite y de los filtros que se usan hacen que el desgaste de motor este dentro de sus parámetros normales y la viscosidad del aceite se mantiene en buenas condiciones. Con estos resultados se cumple con el primer objetivo específico.

Se presentan los formatos de check list y de ordenes de trabajo, en los cuales se colocarán fecha y horómetros actuales de las maquinarias con la firma del operador y responsable a cargo del área de taller mecánico quien tiene dentro de sus funciones llevar a cabo el correcto mantenimiento del equipo caminero. Y que con estas herramientas de control se facilitara llevar cada semana un control del transcurso de las horas de trabajo, con esto se cumple el segundo objetivo específico.

Con el nuevo estándar de horas de trabajo para volquetas y maquinas se utiliza un indicador de rendimiento semáforo, con los colores verde el cual indica que la maquina está aún lejos de cumplir sus horas de trabajo, color amarillo el cual indica que está próximo a cumplir las horas de trabajo y por lo tanto se debe gestionar que la cantidad de aceite y filtros necesarios estén en bodega destinados para el mantenimiento de la máquina que correspondas, y color rojo el cual indica que ya cumplió las horas de trabajo y debería ingresar a mantenimiento las más inmediatamente posible.

En este capítulo se presentan las Conclusiones las cuales ratifican el cumplimento da cada uno de los objetivos específicos y también se incluyen las Recomendaciones las

cuales son sugerencias para alguna investigación futura sea complementaria al tema o como guía para desarrollar indicadores de rendimiento en otras áreas de trabajo. Finalmente, el trabajo de proyecto técnico presenta sus Referencias Bibliográficas y los Anexos correspondientes.

CAPÍTULO I
EL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

Progecon S.A. es una empresa ecuatoriana, cuya matriz se encuentra en la provincia del Guayas cantón Guayaquil cuyo principal giro de negocio corresponde a obras civil, específicamente en construcción de carreteras, calle, y otras vías para vehículos o peatones, además de la explotación de material pétreo. Cuyo principal objetivo es brindar a sus clientes un producto y servicio de alta calidad a un precio competitivo.

Empresas dedicadas al mismo sector productivo a nivel mundial como Holcim, Odebrecht y algunas otras ya cuenta como parte de su sistema de gestión, la implementación de indicadores de desempeño en sus diferentes áreas y proceso.

Progecon S.A con el fin de identificar los causales en su deficiencia de tiempos y recursos utilizados en el mantenimiento preventivo de todo su Equipo Caminero distribuido en los diferentes frentes de trabajo. Evidencia como oportunidad la implementación de indicadores de desempeño que le permitan controlar de manera oportuna y eficaz la correcta utilización de sus recursos con el fin de asegurar y prolongar la vida útil de sus máquinas y equipos.

Dentro de sus instalaciones ubicadas en el km 18.5 vía Daule, la empresa cuenta con talleres de torno, soldadura, mecánica industrial y mecánica automotriz, con personal capacitado y de experiencia específicamente destinado para su propio equipo caminero acorde al requerimiento ya sea en mantenimiento preventivo o mantenimiento correctivo.

El personal de mantenimiento mecánico realiza su planificación en base a la información proporcionada por el jefe de Talleres, la misma que se programa considerando la prioridad de los frentes de trabajo. Mientras que en otras ocasiones existen mantenimientos preventivos que van quedando rezagados. Esto evidencia claramente que la empresa no cuentan con un sistema o metodología que permita identificar de manera fácil y oportuna el momento exacto para realizar los trabajos de mantenimiento preventivo, poniendo en riesgo de que las maquinas puedan sufrir daños ocasionando que deban ingresar al taller mecánico para un mantenimiento correctivo, lo cual genera un mayor uso de tiempo y recursos económicos para poner nuevamente en funcionamiento a la maquinaria, impactando directamente en el tiempo de entrega de los trabajos que la empresa debe cumplir con sus clientes. Acorde a la relación contractual que se haya establecido con cada cliente por incumplimientos en los tiempos de avance o entrega final de las obras, lo cual ocasionaría sanciones económicas o que la imagen de la compañía se vea impactada para futuras contrataciones.

Afortunadamente en los últimos años la empresa ha contado con el volumen del trabajo suficiente para que todo su equipo caminero se encuentre en actividad, de tal manera que esto incide en que el taller mecánico y su personal tengan ocupación a su máxima capacidad.

Dentro de la industria de la construcción es de vital importancia los tiempos de respuesta rápida para los mantenimientos correctivos, debido a que la empresa tiene plazos de entrega que cumplir con sus clientes; sin embargo, el mantenimiento preventivo está más dirigido a una programación tomando en consideración la disponibilidad de la maquina (sin actividad), el stock de filtros, lubricantes y personal calificado para el mantenimiento.

El encargado de bodega debe realizar el seguimiento de horas que las maquinarias llevan trabajando desde su ultimo mantenimiento, cuando las horas se aproximen o se hayan cumplido debe verificar la existencia de filtros y aceites y en caso de no existir el stock completo realizar el pedido a los proveedores; Luego debe informar al Jefe de Talleres acerca de los próximos mantenimientos preventivos para que pueda comunicarse con los encargados de obra para la coordinación.

Generalmente los días disponibles para hacer dicho mantenimiento son los sábados en la tarde porque la mayoría de las máquinas ya no se encuentran en actividad. Cada vez que se realiza un mantenimiento este se registra en un formato impreso, siendo este el único documento que utiliza la empresa para sus mantenimientos, para todo el proceso previo a la realización del mantenimiento no existe documentación que soporte el seguimiento de las horas y existencia de materiales y suministros por parte de bodega, ni la coordinación entre el jefe de taller con los encargados de obra. Toda la coordinación es realizada vía telefónica o por radio. Ocasionando así que no existan firmas de responsabilidad por parte de ninguno de los jefes ni de bodega ni de taller ni de haber recibido la información los jefes de obra.

1.2 Importancia y alcances

Progecon S.A. en los últimos 10 años ha crecido en diferentes sectores de la provincia del Guayas y aledañas, además se encuentra en constante crecimiento, y ve en la implementación de indicadores de rendimiento (KPI) la oportunidad de mejora en sus procesos del área de mantenimiento de Equipo Caminero de la empresa, enfocándose en identificar y controlar los riesgos existentes, que le permitan actuar y garantizar el cumplimiento de sus objetivos, que permitan minimizar los errores que puedan ocurrir en la empresa, cumpliendo con las normas básicas para grandes empresas que establece el mandato legal ecuatoriano.

1.3 Delimitación

Espacial

En el Ecuador, provincia del Guayas, cantón Guayaquil en la empresa Progecon S.A. ubicada en el km 18.5 de la vía Daule.

Imagen 1. Ubicacion de la empresa Progrecon S.A. Fuente: (Google maps,2021).

Temporal

La información bibliográfica que vamos a obtener en esta investigación será de actualidad y se basará en los últimos 2 años.

Sector

Se la realizará en el taller mecánico, base matriz.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Diseñar Indicadores de Rendimiento (KPI), para la mejora de los procesos del área de mantenimiento del Equipo Caminero en la empresa Progecon S.A.

1.4.2 Específicos

- Diagnosticar los tiempos actuales de los procesos que mantiene la empresa Progecon S.A. en el área de mantenimiento para el equipo caminero.

- Establecer y aplicar herramientas de control para la reducción en los tiempos de espera de los procesos en el área de mantenimiento para el equipo Caminero.

- Determinar los Indicadores de Rendimiento (KPI), de los procesos, para la optimización de tiempos de espera en los mantenimientos del equipo caminero.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

En el presente capitulo, se realiza la revisión bibliográfica sobre los indicadores de rendimiento (KPI), dando énfasis en la mejora de los procesos y en sus diversas técnicas aplicables al mantenimiento preventivo de los equipos camineros en la empresa Progecon S. A.

2.1 Estado del Arte

En un trabajo de grado sobre el estado del arte descriptivo Ana Diez (2016) menciona a Vélez y Galeano que lo definen como una investigación documental que tiene como objetivo recuperar y transcender el conocimiento acumulado sobre un objetivo de estudio específico, el cual posibilita la comprensión crítica sobre el conocimiento de un fenómeno con el fin de generar nuevos conocimientos y comprensiones, que permita adoptar o desarrollar una perspectiva teórica a partir de la revisión, análisis crítico e interpretación de documentos existentes (Diez A. , 2016)

2.2 Indicadores de rendimiento

El indicador (KPI) es la abreviatura en inglés, que se denomina “Key Performance Indicator" o "indicador de desempeño" en español, y se refiere a una serie de indicadores que se utilizan para integrar la efectividad y productividad de la información de una empresa.

Con la integración de la información, es posible construir otra variable muy importante en la experiencia del cliente, los Key Performance Indicator (KPI), que sirven para medir lo que es posible y hacer medible lo que aún no es (Gianforte, 2011). Los KPI pueden resumir un conjunto de diferentes variables involucradas, que deben medir la diversidad relacionada con la experiencia del cliente, con periodicidad (RA Layton, 2015).

Poder tomar decisiones y determinar la decisión más efectiva para lograr los objetivos marcados en un proceso o proyecto en particular, y tomar decisiones de manera eficaz y oportuna (Lanza Cruz I. , 2016).

¿Por qué se utilizan los KPI y qué ventajas ofrecen?

Los KPI son utilizados por diversas ventajas:

1. Examinar la información e instrumentos de unas determinadas estrategias.
2. Confrontar la información y establecer las tareas efectivas y estrategias aplicadas.
3. Acceden para obtener indagación valiosa y útil.

4. Sirven para medir determinadas variables y a partir de dicha información buscar los resultados.
5. Tomar las decisiones pertinentes.

2.3 Definición de Mantenimiento

Desde la creación de las primeras herramientas usadas por el hombre se creó el mantenimiento, siendo una necesidad prioritaria para la conservación de estas. Es la Inspección, reemplazo, medición, reparación y ajuste necesario para mantener o reparar una unidad funcional para permitir que siga funcionando.

Todas aquellas operaciones realizadas para mantener el material en el estado adecuado o para llegar a ese estado. Incluyen acciones como inspección, clasificación y mantenimiento. El conjunto de operaciones de preparación y mantenimiento necesarias para que el elemento continúe realizando su tarea. (Sanchez A. M., 2017).

Se realiza la investigación sobre camiones y su mantenimiento, debido a la importancia ambiental que representan (Pm Pecorari y Crc Lima, 2020). El sector de la transportación es uno de los principales sectores consumidores de energía y de materias primas no renovables, como los combustibles a base de petróleo, lo que contribuye significativamente a la contaminación del aire y al calentamiento global (Worldwatch, 2013).

Dentro del sector de la transportación, el transporte por carretera es el mayor contribuyente al calentamiento global (J.Fuglestvedt, 2008).

Gestión del mantenimiento Industrial

En un trabajo investigativo de Sánchez (2017, menciona a Galván (2012), el mantenimiento industrial está relacionado directamente con las actividades operacionales. Es por ello por lo que dentro de las operaciones y los objetivos principales del mantenimiento busca cumplir con los siguientes ítems.

- Reducir los Costos de mantenimiento.
- Mejorar el tiempo del equipo productivo y Talento humano
- Aumento de la Vida útil de los activos.

La gestión mantenimiento es un proceso sistemático donde se deben planear acciones ayudadas por procedimientos que lleven una secuencia lógica a fin de conseguir confiabilidad y disponibilidad de los objetos a mantener. A partir de esto el objetivo fue implantar en procesos productivos las nuevas tendencias de mantenimiento partiendo del Mantenimiento Productivo Total y Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, que en proceso de optimización se obtiene el Mantenimiento Clase Mundial (Sanchez A. M., 2017).

2.4 Tipos de mantenimientos

La importancia del mantenimiento industrial radica en que la empresa necesita mantener toda su maquinaria y equipos funcionando de manera continua y eficiente. Hay muchas formas de implementar el mantenimiento, una es realizar el mantenimiento correctivo para reparar el equipo cuando el equipo falla.

El otro es el mantenimiento preventivo, que se encarga de detectar daños en el equipo antes de que el equipo deje de funcionar y de detener el proceso de producción, y finalmente realiza el mantenimiento predictivo. Este es un tipo de mantenimiento que tiene como objetivo detectar posibles fallas en la máquina a través de tecnología no invasiva, afectan la producción.

Las grandes industrias son conscientes de las pérdidas causadas por fallas en las máquinas e interrupciones de la producción, por lo que gastan la mayor parte de sus presupuestos en actividades de mantenimiento preventivo. (Sanchez A. M., 2017)

Según Botero (2017), el mantenimiento preventivo tiene una herramienta básica muy importante, es decir, el mantenimiento predictivo. Este mantenimiento monitorea todas las variables relacionadas con el funcionamiento de la máquina con el fin de predecir posibles fallas y tomar las acciones correctivas más adecuadas en el momento oportuno.

Si bien el desarrollo del mantenimiento predictivo implica altos costos, tiene la ventaja de poder mostrar el estado general de cada máquina de mantenimiento en cualquier momento, por lo que hoy se ha convertido en el tipo de mantenimiento más comúnmente implementado en la industria. La fábrica puede controlar su funcionamiento óptimo. (Botero, Olarte, & Cañon, 2021)

2.4.1 Mantenimiento preventivo

Antes de que ocurran accidentes o fallas por deterioro, se debe garantizar la confiabilidad del funcionamiento del equipo, para entenderlo mejor, en mantenimiento preventivo, podemos ver:

- Mantenimiento predictivo: Interviene monitoreando el funcionamiento del equipo, determinando su desarrollo y el tiempo requerido para su mantenimiento, prediciendo así cuando el equipo estará fuera de servicio.
- Mantenimiento programado: Por ejemplo, operaciones realizadas por programas de servicio, tiempo de operación, kilometraje, etc.
- Mantenimiento de oportunidad: Esta es una función que utiliza el período de tiempo en el que el equipo está parado o no está siendo utilizado, en ese tiempo se procede a las operaciones de mantenimiento, y se realizan las

modificaciones o reparaciones necesarias para garantizar el funcionamiento normal del equipo durante el nuevo período de uso.

2.4.2 Mantenimiento correctivo

Según Medina (2017), es la acción de carácter puntual a raíz del uso, agotamiento de la vida útil u otros factores externos, de componentes, partes, piezas, materiales y en general, de elementos que constituyen la infraestructura o planta física, permitiendo su recuperación, restauración o renovación, sin agregarle valor al establecimiento. Se considera que es el primer método de reparación, ya que requiere reparar las piezas de la máquina que funcionan mal.

En un principio se le llamó el primer avance en mantenimiento, pues de esta forma la máquina fallará y no será descartada de inmediato, sino orientada a reparar la falla, por lo que es la primera implementación, se irá convirtiendo paulatinamente en un largo período de tiempo. Dado que se observa cómo este tipo de mantenimiento ha ocasionado pérdidas a la empresa, es la mejor opción hasta que ocurre una falla, pues la producción se ve directamente afectada porque la máquina deja de funcionar y no puede entregar el producto, se pierden recursos tangibles e intangibles, pero en ese momento, el desarrollo de la empresa es nombrar al personal responsable de reparar la falla de la máquina (Medina Delgado, 2017).

Existen dos tipos:
El programado: Es un mantenimiento correctivo de emergencia ya que en el menor tiempo posible se deberá hacer para solucionar el daño y de esta manera evitar costos mayores. Y (Quezada, 2014)
El no programado: Es un mantenimiento de corto plazo, en el momento que se presentan las fallas es necesario conocer las tareas, de esta forma se ahorra dinero y tiempo por la paralización (Quezada, 2014).

Análisis de la gestión de mantenimiento

La empresa se enfoca en el mantenimiento correctivo, es decir, esperan que ocurran los problemas o paren las máquinas para intervenir, y no cuentan con suficiente inventario de repuestos y presupuesto, el departamento de mantenimiento tiene la necesidad de pedir los repuestos y esperar a que le llegue para poder realizar el trabajo respectivo, muchas veces esto lleva tiempo y las maquinas quedan paralizadas, creando dificultad para seguir operando en la obra, causando un perjuicio a la empresa. A continuación, se procederá a revisar la bibliografía existente sobre el tema expuesto en este proyecto técnico, para su posterior análisis y su aplicación efectivas en esta investigación exponiendo las conclusiones respectivas:

Investigación internacional
Dentro del trabajo investigativo realizado por Rosales (2017), sobre la Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo para aumentar la disponibilidad y confiabilidad

de los equipos del área Lavadero Salinas de la empresa DELISHELL S.A.C, cuyo objetivo era de garantizar la disponibilidad y confiabilidad operacional de los equipos de un manera eficiente y segura, se estableció que se debe implementar un plan de mantenimiento preventivo, para aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos del área. (Rosales R. , 2018).

Acorde a (Acebes, 2017), la principal función del lubricante es la de minimizar en la mayoría de lo posible, la fricción y el contacto entre metales que se encuentran en movimiento, trabajando a elevadas temperaturas y alta presión.

Según (Casado, 2015), existen 3 tipos de aceites que se usan como lubricantes para el correcto funcionamiento de la maquinaria y equipos automotores. Los aceites minerales que son producto de la destilación del petróleo crudo, los sintéticos que son creados con subproductos derivados del petróleo combinados en procesos de laboratorio y los semi sintéticos cura formulación se forma a partir de la combinación de aceites minerales y sintéticos en diferentes proporciones.

En (Carranza Vasques, 2020), se investiga la influencia del uso del aceite sintético en los índices de mantenimiento de los camiones, donde se demostró que el uso de este aceite permite a las empresas tener ciertas ventajas en índices de productividad, reducción de intervalos de indisponibilidad de camiones por mantenimiento y alargar la vida útil de los equipos.

Se puede observar como el mantenimiento preventivo garantiza la disponibilidad de los equipos y a su vez nos brinda la confiabilidad operacional asegurando una eficiencia en los trabajos a realizarse, lo cual será un determinante para el desarrollo de la presente investigación.

Investigación nacional

Como investigación nacional se consultó el trabajo de Guerrero (2015), “mantenimiento preventivo programado de vehículos y equipos camineros de la empresa ORIENTOIL S.A”: software de control de mantenimiento preventivo programado, cuyo objetivo era de implementar un plan de mantenimiento con el soporte de un software llamado SISPLAM, para la disminución de fallas frecuentes en los equipos camineros de la empresa, realizaron un estudio de campo para determinar las necesidades más urgentes, logrando su objetico, ya que con ellos disminuirán las fallas frecuentes que existían en la maquinaria pesada, se disminuirá los tiempos muertos, alargar la vida útil del motor y de esta manera garantizar la productividad y seguridad operacional en el área de mantenimiento de los equipos camineros (Guerrero Morocho, 2015).

De acuerdo a la presente investigación se establece que el, mantenimiento preventivo disminuye las fallas de los equipos camineros dando una vida útil a los motores con lo

cual garantiza en un ciento por ciento la productividad y la operacionalización de los equipos, reflejándose con nuestro trabajo de investigación técnica, que es lo que estamos buscando con este trabajo, que los equipos camineros estén en buen funcionamiento para que cumplan son su labor.

Investigación local

Se consultó un trabajo de José Campoverde Gulqui (2015), "Control del proceso de Mantenimiento para equipo caminero del H.C.P.Z.CH", teniendo como objetivo principal tener los elementos necesarios para realizar el control del proceso de mantenimiento para equipo caminero, para la recolección de la información, elaboro formatos de control para: registro de operación de equipo, consumo de combustible, pedido de repuestos, orden de movilización, llantas, lubricantes, etc. su trabajo se destacó en logros positivos, y determino que mediante la planificación del mantenimiento preventivo, tendrá la disponibilidad de la maquinaria, y al mismo tiempo evita tiempos improductivos, además estableció que el personal debe estar capacitado para realizar el mantenimiento preventivo al equipo caminero, y se logró elaborar: organigramas, plan de mantenimiento, formatos utilizados en el control del proceso de mantenimiento (Guadalupe, Almeida, & Campoverde, 2017).

Como se puede observar dentro de este trabajo una buena planificación de mantenimiento preventivo se logra tener la disponibilidad de los equipos camineros para que realicen su trabajo de forma eficiente y evita tener tiempos improductivos, que causan pérdidas económicas a las empresas, este trabajo garantiza de muchas maneras al trabajo investigativo que se está realizando.

CAPÍTULO III
MARCO METODOLÓGICO

3.1 Metodología Aplicada

Debido a que la empresa en estudio Progecon S.A no mantiene la información digitalizada, será necesario el ingreso de toda la información sobre los mantenimientos preventivos de los equipos camineros de la constructora de los años 2019 y 2020, esto servirá para analizar si los mantenimientos se han venido realizando en los tiempos en horas maquinas correctos o si hay que tener un mayor control sobre estos, se podrá analizar qué tan dispersos están los tiempos en horas respecto a la que aconseja el fabricante de la maquinaria y de los aceites que utiliza la empresa. Adicional a las recomendaciones, se tomarán muestras de aceite en ciertos equipos para determinar el desgaste de los componentes internos y confirmar a vida útil para la correcta verificación que no se estén realizando cambios de manera prematura o con tiempos en horas maquina muy prolongados, el cual ayudará al diagnóstico de los tiempos de mantenimiento preventivo que permitirán la optimización de los procesos y recursos.

Actualmente la empresa cuenta con registros de mantenimiento, pero no se evidencia que se asigna el técnico responsable, no existe documento que permita hacer un seguimiento de horas máquina, además no existe análisis de aceites durante la utilización y posterior a su uso que le permita a la empresa garantizar y estandarizar control del rendimiento del aceite dentro de los equipos

. Las herramientas de control que se implementaran para llevar un proceso correcto de mantenimiento preventivo en el equipo caminero, será el otorgar:

- Formato de chek list a los operadores de maquinaria
- Formato de check list para los choferes de volquetas
- Ordenes de trabajo de mantenimiento preventivo
- Análisis de aceites.

Formato de chek list a los operadores de maquinaria

En este check list irán todos los aspectos físicos, mecánico y eléctrico que se puedan observar de la maquinaria, para ser verificados a diario o el número de veces por semana que se considere realizar el check list.

Formato de check list para los choferes de volquetas

En este check list irán todos los aspectos físicos, mecánico y eléctrico que se puedan observar de la volqueta, para ser verificados a diario o el número de veces por semana que se considere realizar el check list.

Ordenes de trabajo de mantenimiento preventivo

Servirá para tener un respaldo de la fecha de ingreso al taller y sobre el tipo de mantenimiento que se realizó, además de conocer que mecánico realizó cada orden de trabajo.

Análisis de aceites

Se envían muestras de aceite las cuales serán analizadas en laboratorios acreditados para este tipo de pruebas, lo que permitirá mejorar continuamente para obtener un rendimiento óptimo en horas de trabajo del aceite.

Al terminar de hacer los análisis de los mantenimientos de máquinas se podrán tener indicadores de rendimientos que nos permitan realizar los mantenimientos preventivos, en horas maquinas en la que el aceite pueda usarse sin que sus propiedades afecten al normal funcionamiento de las maquinas o equipos. Esto podrá verse reflejado también en un indicador económico, ya que al ajustarse las horas maquinas reales que puede usarse cada aceite, la empresa podrá tener la oportunidad de reducir los costos asociados a la compra de aceites, filtros, suministros y mano de obra, o podría disminuir los costos de mantenimiento correctivo los cuales impactarían directamente al presupuesto anual de la empresa, además de que al tener dañado un equipo se pierde dinero por no poder tenerlo disponible para trabajo.

3.2 Población

La empresa Progecon dentro de sus activos fijos cuenta con varios tipos de máquinas destinadas a diferentes necesidades de la construcción de obra civil, la cual dentro de sus tareas y actividades habituales podemos mencionar: el movimiento de tierra, compactación de terreno, transporte de agregados, etc.

A continuación, se encuentra el detalle de las máquinas con las que cuenta la empresa:

Tabla Nª 1. Listado y Cuantificación de maquinaria.

Equipos Caminero	Cantidad
Volqueta	19
Excavadoras	6
Retroexcavadoras	6
Cargadoras	2
Motoniveladoras	2
Rodillos	2
Tractor	1
Trackdrill	1
Minicargador	1

Fuente: Progecon S.A Autor: Juan Pablo Samaniego

3.3 Delimitación o muestra

Para el análisis de este estudio analizaremos los mantenimientos de maquinarias que se han realizado en los últimos dos años, 2019 y 2020. La intención de analizar dos años no es la de comparar la actividad entre un año y el otro, la decisión de utilizar dos años de información es debido a que existen mantenimientos que no se dan todos los años, de esta manera se consigue abarcar todos los mantenimientos preventivos que requiere cada uno de los grupos de máquinas.

Para delimitar el análisis del equipo caminero se realizaran dos gráficos de Pareto, el primero sera para ver la mayor cantidad de máquinas que cumplan o se acerquen al principio de Pareto 80/20. Podemos indicar por medio de la tabla N° 2 que los grupos de maquinaria: volquetas, excavadoras, retroexcavadoras y cargadoras representan el 82,50% del equipo caminero de la constructora.

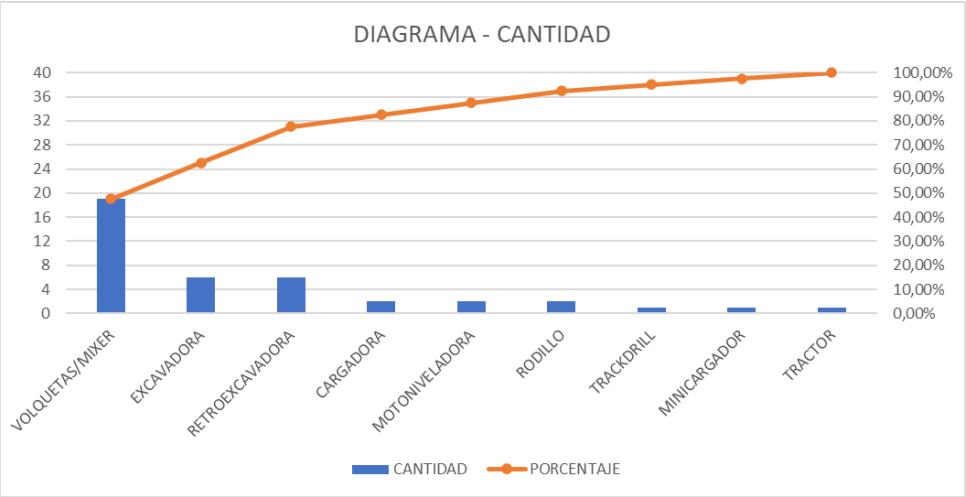
De igual manera podemos observar esta representacion en el gráfico N° 1

Tabla Nª 2. Equipo Caminero.

MAQUINAS	CANTIDAD	% PORCENTAJE	ACUMULADO	%PORCENTAJE ACUMULADO
VOLQUETAS/MIXER	19	47,50%	19	47,50%
EXCAVADORA	6	15,00%	25	62,50%
RETROEXCAVADORA	6	15,00%	31	77,50%
CARGADORA	2	5,00%	33	82,50%
MOTONIVELADORA	2	5,00%	35	87,50%
RODILLO	2	5,00%	37	92,50%
TRACKDRILL	1	2,50%	38	95,00%
MINICARGADOR	1	2,50%	39	97,50%
TRACTOR	1	2,50%	40	100,00%
TOTAL	40	100%		

Fuente: Progecon S.A
Autor: Juan Pablo Samaniego

Gráfico Nª 1. Equipo Caminero.



Fuente: Progecon S.A
Autor: Juan Pablo Samaniego

Los costos de mantenimientos preventivos de todos los grupos de maquinarias se muestran en la tabla 3, se puede constatar que los grupos de volquetas, excavadoras, retroexcavadoras y cargadoras representan el 85,33% del costo económico de todo el equipo caminero.

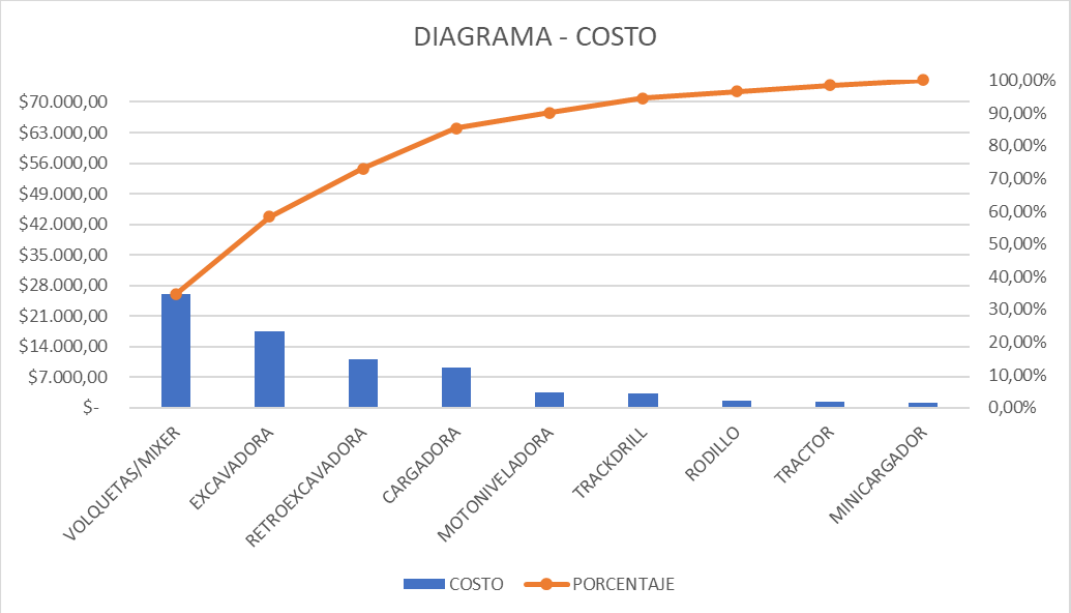
De igual manera observamos en el gráfico 2 los 4 grupos de máquinas que superan el 80% del costo total de mantenimiento del equipo caminero.

Tabla Nª 3. Costo Total Mantenimientos de Equipo caminero.

MAQUINAS	COSTO	% PORCENTAJE	ACUMULADO	% PORCENTAJE ACUMULADO
VOLQUETAS/MIXER	$ 26.032,21	34,85%	$ 26.032,21	34,85%
EXCAVADORA	$ 17.516,64	23,45%	$ 43.548,85	58,30%
RETROEXCAVADORA	$ 11.048,66	14,79%	$ 54.597,51	73,09%
CARGADORA	$ 9.143,40	12,24%	$ 63.740,91	85,33%
MOTONIVELADORA	$ 3.588,64	4,80%	$ 67.329,55	90,13%
TRACKDRILL	$ 3.223,49	4,32%	$ 70.553,04	94,45%
RODILLO	$ 1.617,12	2,16%	$ 72.170,16	96,61%
TRACTOR	$ 1.375,86	1,84%	$ 73.546,02	98,45%
MINICARGADOR	$ 1.155,35	1,55%	$ 74.701,37	100,00%
TOTAL	**$ 74.701,37**	**100%**		

Fuente: Progecon S.A
Autor: Juan Pablo Samaniego

Gráfico Nº 2. Costo Total Mantenimientos de Equipo caminero.



Fuente: Progecon S.A
Autor: Juan Pablo Samaniego

Realizando estos dos análisis de Pareto reflejan que más del 80% tanto de número de máquinas como de costo global de mantenimientos preventivos corresponde a 4 grupos de todo el equipo caminero.

Por lo que se delimitó el estudio en estos 4 grupos que son los siguientes:

- Volquetas
- Excavadoras
- Retroexcavadoras
- Cargadoras.

Los mantenimientos preventivos más importantes son en los que intervienen el reemplazo de aceites minerales para motor, hidráulicos, transmisión, diferenciales, etc. Debido a que el aceite es el encargado de lubricar estos componentes los cuales, de no contar con un mantenimiento preventivo, ocasionarían daños muy costosos para la compañía.

Volquetas

La empresa cuenta con 19 volquetas de una misma marca y modelo pero para poder realizar un análisis adecuado, se procedió a dividir en 3 grupos debido q que son utilizados para diferentes aplicaciones.

El primer grupo consta de dos volquetas destinada para trabajos internos, transporte de materiales dentro del campamento. Cubican aproximadamente 12 metros cúbicos.

El segundo grupo cuenta con dos volquetas que se ocupan de entregas de materiales a largas distancias o para traer materiales que no se producen dentro del campamento, tales como arena, ripio, etc. Estas volquetas cubican 25 metros cúbicos.

El tercer grupo cuenta con quince volquetas las cuales se utilizan para rutas de media y larga distancia, con mayor frecuencia para frentes de trabajo que están dentro de la ciudad de guayaquil, las volquetas cubican 16 metros.

Se representa en tablas 4 y 5 los costos de mano de obra y materiales que intervienen en cada mantenimiento preventivo, dichos costos son iguales para los 3 grupos de volquetas.

Tabla Nª 4. Costo de mano de Obra.

COSTO MANO DE OBRA				
TIPO DE MANTENIMIENTO	**COSTO DE HORA**	**NUMERO DE TÉCNICOS**	**CANTIDAD DE HORAS**	**COSTO MANO DE OBRA**
ACEITE DE MOTOR	$ 6,00	2	1	$ 12,00
FILTRO DE AIRE DEPURADOR	$ 6,00	1	0,333	$ 2,00
FILTRO DE AIRE DE CABINA	$ 6,00	1	0,333	$ 2,00
ACEITE DE CAJA DE TRANSMISIÓN	$ 6,00	1	1	$ 6,00
ACEITE DE CORONA Y EJES	$ 6,00	1	1	$ 6,00
FILTRO DE VÁLVULA SECADORA DE AIRE	$ 6,00	1	0,333	$ 2,00

Fuente: Progecon S.A
Autor: Juan Pablo Samaniego

Tabla Nª 5. Costo de Materiales.

COSTO MATERIALES					
TIPO DE MANTENIMIENTO	**COSTO ACEITE**	**COSTO DE FILTROS**	**COSTO DE WAIPE**	**COSTO DE DETERGENTE Y AGUA**	**COSTO MATERIALES**
ACEITE DE MOTOR	$ 97,71	$ 44,23	$ 0,20	$ 0,50	$ 142,64
FILTRO DE AIRE DEPURADOR		$ 76,45	$ 0,10	$ 0,20	$ 76,75
FILTRO DE AIRE DE CABINA		$ 13,89	$ 0,10	$ 0,20	$ 14,19
ACEITE DE CAJA DE TRANSMISIÓN	$ 58,22		$ 0,10	$ 0,40	$ 58,72
ACEITE DE CORONA Y EJES	$ 121,06		$ 0,10	$ 0,40	$ 121,56
FILTRO DE VÁLVULA SECADORA DE AIRE		$40,72	$ 0,10	$ 0,20	$ 41,02

Fuente: Progecon S.A
Autor: Juan Pablo Samaniego

Como se puede ver en volquetas los 3 mantenimientos donde intervienen cambio de aceite son los mantenimientos: de motor, caja de transmisión, corona y ejes diferenciales.

A continuación, en la tabla 6 se representarán los costos totales de los mantenimientos en volquetas.

Tabla Nª 6. Costo Total Mantenimiento Volquetas.

VOLQUETAS MAN TGS 40.400 MANTENIMIENTOS							
PLACA	**MOTOR 15w40**	**FILTRO DE AIRE**	**AIRE DE CABINA**	**CAJA 75W80**	**CORONA 80W90**	**FILTRO SECADOR**	COSTO GLOBAL
GSH-6896	8	4	1	1	1	1	$ 1.803,61
GSH-6819	9	4	0	0	0	1	$ 1.749,78
GSJ-9378	7	2	1	2	2	1	$ 1.683,75
GSJ-4131	7	3	2	1	1	0	$ 1.543,39
GSJ-4365	6	2	1	1	1	0	$ 1.293,81
GSD-3158	6	3	3	1	1	0	$ 1.404,94
GSJ-4326	8	3	3	2	2	0	$ 1.906,50
GSJ-4281	6	4	4	1	1	0	$ 1.499,88
GSJ-4387	5	2	2	2	1	0	$ 1.220,08
GSJ-9381	5	2	2	1	1	0	$ 1.155,36
GSJ-4341	6	3	3	1	1	0	$ 1.404,94
GSJ-9366	8	3	2	2	1	0	$ 1.762,75
GSD-2701	5	2	2	0	0	0	$ 963,08
GSD-2723	4	2	0	0	0	0	$ 776,06
GSJ-9371	9	3	1	1	1	0	$ 1.836,48
GSJ-4321	4	2	2	1	1	0	$ 1.000,72
GSJ-4380	4	3	2	1	1	0	$ 1.079,47
GRZ-1585	4	1	0	0	0	0	$ 697,31
GSJ-4335	5	3	3	1	1	0	$ 1.250,30
TOTAL	**116**	**51**	**34**	**19**	**17**	**3**	
COSTO MANO DE OBRA	$ 12,00	$ 2,00	$ 2,00	$ 6,00	$ 6,00	$ 2,00	
COSTO MATERIALES	$ 142,64	$ 76,75	$ 14,19	$ 58,72	$ 121,56	$ 41,02	
COSTO TOTAL UNITARIO	$ 154,64	$ 78,75	$ 16,19	$ 64,72	$ 127,56	$ 43,02	
COSTO TOTAL	$ 17.938,24	$ 4.016,25	$ 550,46	$ 1.229,68	$ 2.168,52	$ 129,06	$ 26.032,21

Fuente: Progecon S.A
Autor: Juan Pablo Samaniego

Para este análisis se limita al mantenimiento de motor que competen al estudio debido a que la incidencia de mantenimientos de motor respecto al total de todos los mantenimientos es de 116/240 obteniendo un 48,33% de las ocasiones que las volquetas ingresan al taller; en costos representan 17.938,24/26.032,21 del costo total de todos los mantenimientos, representando el 68,91% del presupuesto utilizado para todos los mantenimientos preventivos.

La tabulación se representa en tablas, la información se analizó acorde a las programaciones de mantenimientos.

Tabla Nª 7. Mantenimiento Motor Volquetas Recorrido de bajo (70-80 km por semana).

VOLQUETA RECORRIDO BAJO								
MANTENIMIENTO MOTOR	NÚMEROS DE MANTENIMIENTOS			RECORRIDO EN HORAS Y KILOMETRAJE				
PLACA	2019	2020	TOTAL	HORAS	PROMEDIO HORAS	KILOMETRAJE	PROMEDIO KILOMETRAJE	RAZÓN Km/HORA
GSH-6896	4	4	8	3736	533,71	7876	1125,14	2,11
GSH-6819	4	5	9	4946	618,25	10512,2	1314,03	2,13

Fuente: Progecon S.A
Autor: Juan Pablo Samaniego

En promedio de horas trabajadas se evidencia que la volqueta GSH-6896 cambia el aceite de motor cada 533,71 horas mientras que la volqueta GSH-6819 tiene un promedio de mantenimiento de motor cada 618,25 horas. Siendo que ambas trabajan en el mismo punto y hacen la misma actividad, sin embargo, presentan una diferencia de 84,54 horas sin que se pueda evidenciar o justificar esa diferencia entre el mantenimiento.

La tabla 7 también nos indica que la volqueta GSH-6896 trabajo en este periodo de estudio 3736 horas, mientras que la volqueta GSH-6819 trabajo en el mismo periodo 4946 horas. Existe una diferencia de 1210 horas lo cual evidencia que, aunque ambas volquetas tengan la misma actividad, existe una diferencia en el tiempo de ocupación por jornada laboral dentro del campamento. En el proceso de investigación se pudo evidenciar que no siempre se necesitaban de ambas volquetas para hacer el traslado interno de materiales. Lo cual está directamente relacionado con el indicador de kilometraje, mientras la volqueta GSH-6896 recorrió 7876 km, la volqueta GSH-6819 recorrió 10512 km, lo cual confirma que la volqueta GSH-6819 ha recorrido 2636 km más respecto a la volqueta GSH-6896.

Esta diferencia de ocupación impacta que dentro del mantenimiento preventivo no se consideren cambiar los aceites en el mismo periodo al no tener la misma cantidad de horas trabajadas ni kilometraje recorrido. Y el no poder unificar fechas de mantenimiento sumado al control poco exigente ocasiona que se tenga un control distinto entre cada volqueta, aclarando que lo correcto sería que ambas tengan aproximadamente un promedio de horas de mantenimiento similar, sin importar que una volqueta llegue mucho antes a las horas de mantenimiento máximas permitidas.
Para este grupo de volquetas de recorrido de 70-80 kilómetros la empresa toma como indicador las horas de trabajo, y descarta el indicador de kilometraje.

La empresa tiene como objetivo el indicador de 500 horas para realizar el mantenimiento preventivo; sin embargo, no existe evidencia que respalde que a las 500 horas se esté garantizando que dicho mantenimiento sea eficaz con este semáforo de horas permitidas, podemos ver que la volqueta GSH-6896 sobre pasa las 500 horas

pero por una diferencia promedio menor de 34 horas, por lo que es un mantenimiento aceptable, al menos considerando la política interna de la empresa, la volqueta GSH-6819 supera por más de 118 horas la media permitida, por lo que consideramos que en esta volqueta mencionada tiene mala programación de mantenimiento de motor.

Tenemos que el 50% de volquetas de este grupo no cuentan con un buen seguimiento de las horas maquina por parte del chofer.
Como dato a mencionar tenemos que la relación de trabajo entre horas y kilometraje de ambas volquetas es muy cercana, 2,11 km/h y 2,13 km/h respectivamente.

Tabla Nª 8. Mantenimiento Motor Volquetas Recorrido Largo (1600-1800 km semanal).

VOLQUETAS RECORRIDO LARGO								
MANTENIMIENTO MOTOR	NÚMEROS DE MANTENIMIENTOS			RECORRIDO EN HORAS Y KILOMETRAJE				
PLACA	2019	2020	TOTAL	HORAS	PROMEDIO HORAS	KILOMETRAJE	PROMEDIO KILOMETRAJE	RAZÓN Km/HORA
GSJ-9378	3	4	7	3125	520,83	96832,6	16138,77	30,99
GSJ-9371	6	3	9	2779	347,38	87251,5	10906,44	31,4

Fuente: Progecon S.A
Autor: Juan Pablo Samaniego

En la tabla 8 nos indica que la volqueta GSJ-9378 tiene un promedio de 520,83 horas esta apenas cerca de 21 horas pasado del horómetro establecido para el cambio de aceite. Por lo que en promedio el mantenimiento está correcto. Se observa que por mantener sobre las 500 horas alcanzo un recorrido promedio, de 16138 km.

La volqueta GSJ-9371 tiene un promedio de 347,38 horas le falta más de 152,62 horas promedio, para llega a las 500 horas establecidas, puede ser porque generalmente por consenso al llegar a los 10 000 km de recorrido, se sugiere hacer el cambio de aceite y se observa que en promedio esta volqueta, tiene 10906 km, por lo que el chofer al tener este indicador de kilometraje ya superando los 10 000 km, indicaba para que se haga la programación del mantenimiento, aunque por horas vemos que el aceite podía rendir más horas y por ende, podía realizar más recorridos.

La relación de rendimiento entre kilómetro/hora, de las volquetas es de 30,99 km/h y 31,40 km/h respectivamente, rendimientos muy similares. El porcentaje de mantenimiento correcto en este grupo es del 50% porque la volqueta GSJ-9371 aunque cumple con el indicador de 10 000 km, queda muy distante de llegar a las 500 horas. Por lo que se recomienda, que para aprovechar más el aceite en esta volqueta debería, llevarse el control hasta que llegue a las 500 horas. Pero esto se confirmará realizando un análisis de aceite.

Tabla Nª 9. Mantenimiento de Motor Volquetas Recorrido Mixto (700-1200 km semanal).

VOLQUETAS RECORRIDO MIXTO (BAJO-MEDIO-LARGO)								
ACEITE MOTOR	**NÚMEROS DE INTERVALOS DE MANTENIMIENTOS**			**RECORRIDO EN HORAS Y KILOMETRAJE**				
PLACA	**2019**	**2020**	**TOTAL**	**HORAS**	**PROMEDIO HORAS**	**KILOMETRAJE**	**PROMEDIO KILOMETRAJE**	**RAZÓN KILOMETRO/HORA**
GSJ-9366	5	3	8	4729,00	675,57	77407,90	11058,27	16,37
GSD-2723	2	2	4	2285,00	761,67	32750,60	10916,87	14,33
GSD-3158	4	2	6	4327,00	865,40	54563,90	10912,78	12,61
GSJ-4326	4	4	8	4884,00	697,71	74843,90	10691,99	15,32
GRZ-1585	3	1	4	2339,00	779,67	31171,10	10390,37	13,33
GRZ-1580	4	1	5	2972,00	743,00	41522,10	10380,53	13,97
GSJ-4321	2	2	4	2926,00	975,33	31053,70	10351,23	10,61
GSJ-4341	3	3	6	3881,00	776,20	51575,20	10315,04	13,29
GSJ-4380	3	1	4	2542,00	847,33	29590,80	9863,60	11,64
GSJ-4387	2	3	5	2980,00	745,00	39172,70	9793,18	13,15
GSJ-4281	4	2	6	3569,00	713,80	48565,20	9713,04	13,61
GSJ-4131	4	3	7	4416,00	736,00	56070,80	9345,13	12,70
GSJ-4365	3	3	6	3667,00	733,40	42470,50	8494,10	11,58
GSJ-9381	3	2	5	2587,00	646,75	31072,10	7768,03	12,01
GSD-2701	3	2	5	2540,00	635,00	27098,40	6774,60	10,67

Fuente: Progecon S.A
Autor: Juan Pablo Samaniego

Históricamente la política de la empresa con sus volquetas de trabajo de recorrido mixto y que mayormente es recorrido medio (800-1000 km semanales), tiene establecido cambiar el aceite de motor a los 10 000km.

Se observa en la tabla 9 que 8 de 15 volquetas superan en promedio los 10 000 km, por lo que podemos decir que en estas se están haciendo los mantenimientos en un kilometraje aceptable y en la mayoría de los casos muy correctos, considerando únicamente el indicador de kilometraje.

Si en estas volquetas se analiza su promedio de horas entre cada mantenimiento, veremos que todas superan las 675 horas de trabajo entre cada mantenimiento. Esta política de cambiar cada 10 000 km se la viene haciendo desde la adquisición de esta flota de volquetas desde el año 2013.

No han existido algún daño de motor, sin embargo, se sabe que como todo repuesto o elemento tiene su tiempo de vida útil, y este dependerá mucho del mantenimiento preventivo, con el paso de los años internamente el motor al igual que cualquier componente sufre desgastes, por lo que es importante establecer una medida de horas máquina prudente que nos permita cuidar la integridad del motor.

En la tabla podemos verificar que existen 7 volquetas que en promedio no llegan a los 10 000 km, y esto se puede deber a muchas razones, volquetas que tenían más de 9000 km se optó por realizar el cambio de aceite de motor porque estas iban a trabajar durante algunas jornadas fuera de la ciudad, por lo que esperar a que cumpla los 10 000 km y enviar personal técnico, aceites, filtros y toda la logística que conlleva programar dicho envió, saldría más costoso o incluso por falta de tiempo no se podría enviar pronto a realizar el mantenimiento.

Se encuentran casos de volquetas que en promedio se hizo el mantenimientos en kilometrajes menores a 8000 km, esto puede deberse a que se observaba que mientras otras volquetas realizaban sus mantenimientos en menos jornadas de trabajo, estas aún estaban lejos de los 10 000 km, en la mayoría de casos esto sucede porque no todas las volquetas tienen siempre el mismo recorrido, y existen volquetas que se asignan para recorridos menos extensos, por lo que al ser llamativo el tiempo en días laborales que no llegaba a los 10 000 km, se utilizaba en estos casos el indicador de horas, y ahí podemos ver que en estas volquetas ya superaban las 600 horas por lo que se decide realizar el mantenimiento.

También se observa en la tabla 9 por los diferentes recorridos se ve que en la relación kilometro por hora trabajada entre todas las volquetas resultan muy distantes, desde 10,67 km/h y van variando hasta incluso obtener un rendimiento de 16,37 km/h. Al no tener un rendimiento de kilómetros por hora cercano, sería aconsejable tomar como indicador más importante las horas máquina, ya que, sin importar el recorrido del vehículo, el aceite de motor sigue trabajando a medida que pasen las horas de uso. Se

enviaron muestras de aceites de por lo menos 3 volquetas para poder realizar un análisis y ver si las horas en las que se hacen los mantenimientos no afectan al motor.

EXCAVADORAS

Para el caso de las excavadoras se realizó un análisis de los mantenimientos. Primero se presentan los costos de los mantenimientos de este grupo, los costos de mano de obra están representados en la siguiente tabla.

Tabla Nª 10. Costo Mano de Obra.

COSTO MANO DE OBRA				
TIPO DE MANTENIMIENTO	**COSTO DE HORA**	**NUMERO DE TÉCNICOS**	**CANTIDAD DE HORAS**	**COSTO MANO DE OBRA**
MOTOR	$ 6,00	2	1	$ 12,00
FILTRO AIRE	$ 6,00	1	0,333	$ 2,00
BOMBA DE GIRO	$ 6,00	1	0,5	$ 3,00
MOTOR DE GIRO	$ 6,00	1	0,5	$ 3,00
FILTRO HIDRÁULICO	$ 6,00	1	0,333	$ 2,00
FILTRO CABINA	$ 6,00	1	0,333	$ 2,00
MANDOS FINALES PC160-200-220	$ 6,00	1	0,5	$ 3,00
MANDOS FINALES PC350	$ 6,00	1	1	$ 6,00
ACEITE HIDRÁULICO PC160	$ 6,00	2	2	$ 24,00
ACEITE HIDRÁULICO PC200-220-350	$ 6,00	2	2	$ 24,00

Fuente: Progecon S.A
Autor: Juan Pablo Samaniego

Se presentan los costos de materiales para cada uno de los mantenimientos de las excavadoras. Tal como indica la tabla 11.

Tabla Nª 11. Costo Materiales.

COSTO MATERIALES					
TIPO DE MANTENIMIENTO	**COSTO ACEITE**	**COSTO DE FILTROS**	**COSTO DE GUAIPE**	**COSTO DE DETERGENTE Y AGUA**	**COSTO MATERIALES**
MOTOR PC160-200-220	100,49		0,10	0,50	101,09
MOTOR PC3350	161,40		0,20	0,50	162,10
FILTRO DE AIRE PC160		60,78	0,05	0,20	61,03
FILTRO DE AIRE PC200-220-350		81,95	0,05	0,20	82,20
BOMBA DE GIRO PC160	20,52		0,10	0,40	21,02
BOMBA DE GIRO PC200-220	27,36		0,10	0,40	27,86
BOMBA DE GIRO PC350	34,20		0,10	0,40	34,70
MOTOR DE GIRO PC160	20,52		0,10	0,40	21,02
MOTOR DE GIRO PC200-220	27,36		0,10	0,40	27,86
MOTOR DE GIRO PC350	54,71		0,10	0,40	55,21
FILTRO HIDRÁULICO		78,48	0,10	0,40	78,98
FILTRO CABINA PC160-200-220		18,26	0,05	0,20	18,51
FILTRO CABINA PC350		23,64	0,05	0,20	23,89
MANDOS FINALES PC160	20,52		0,10	0,40	21,02
MANDOS FINALES PC200-220	27,36		0,10	0,40	27,86
MANDOS FINALES PC350	68,39		0,10	0,40	68,89
ACEITE HIDRÁULICO PC160	547,12	78,48	0,20	0,50	626,30
ACEITE HIDRÁULICO PC200	779,65	78,48	0,20	0,50	858,83
ACEITE HIDRÁULICO PC220	820,68	78,48	0,20	0,50	899,86
ACEITE HIDRÁULICO PC350	923,27	78,48	0,30	0,60	1.002,65

Fuente: Progecon S.A Autor: Juan Pablo Samaniego

Finalmente se representa en tabla 12 la unificación de los costos totales para cada uno de los mantenimientos.

Tabla Nª 12. Costo total Mantenimientos

EXCAVADORAS	MAQUINARIA							CALCULO COSTOS			
TIPO DE MANTENIMIENTO	**PC 160**	**PC200 393**	**PC200 303**	**PC220**	**PC350 683**	**PC350 643**	**TOTAL**	**COSTO MANO DE OBRA**	**COSTO DE MATERIALES**	**COSTO TOTAL UNITARIO**	**COSTO TOTAL**
MOTOR	9	12	8	13			42	$12,00	$101,09	$113,09	$4.749,78
MOTOR PC350					10	13	23	$12,00	$162,10	$174,10	$4.004,30
FILTRO AIRE 160	3						3	$2,00	61,03	$63,03	$189,09
FILTRO AIRE 200-220-350		4	3	6	3	5	21	$2,00	$82,20	$84,20	$1.768,20
BOMBA DE GIRO 6L	2						2	$3,00	$21,02	$24,02	$48,04
BOMBA DE GIRO 8L		2	2	1			5	$3,00	$27,86	$30,86	$154,30
BOMBA DE GIRO 10L					1	1	2	$3,00	$34,70	$37,70	$75,40
MOTOR DE GIRO 6L	2						2	$3,00	$21,02	$24,02	$48,04
MOTOR DE GIRO 8L		0	2	1			3	$3,00	$27,86	$30,86	$92,58
MOTOR DE GIRO 16L					1	1	2	$3,00	$55,21	$58,21	$116,42
FILTRO HIDRÁULICO	1	1	1	1	1	0	5	$2,00	$78,98	$80,98	$404,90
FILTRO CABINA 160-200-220	1	1	1	1			4	$2,00	$18,51	$20,51	$82,04
FILTRO CABINA 350					1	2	3	$2,00	$23,89	$25,89	$77,67
MANDOS FINALES 6L	2						2	$3,00	$21,02	$24,02	$48,04
MANDOS FINALES 8L		2	2	0			4	$3,00	$27,86	$30,86	$123,44
MANDOS FINALES 20L					1	1	2	$6,00	$68,89	$74,89	$149,78
ACEITE HIDRÁULICO 160L	1						1	$18,00	$626,30	$644,30	$644,30
ACEITE HIDRÁULICO 228 L		1	1				2	$24,00	$858,83	$882,83	$1.765,66
ACEITE HIDRÁULICO 240 L				1			1	$24,00	$899,86	$923,86	$923,86
ACEITE HIDRÁULICO 270L					1	1	2	$24,00	$1.002,65	$1.026,65	$2.053,30
COSTO GLOBAL											**$17.519,14**

Fuente: Progecon S.A Autor: Juan Pablo Samaniego

En este grupo de máquinas también se justifica limitar el estudio al mantenimiento del motor ya que de 131 mantenimientos o número de veces que el grupo de excavadoras va a mantenimiento 65 veces es por mantenimiento de motor siendo este el 49,62% de los trabajos por mantenimiento preventivo. Y económicamente este mantenimiento ocupa 8.754,08 dólares de 17.519,14 dólares y eso representa el 49,97% del presupuesto total de mantenimientos preventivos para excavadoras.

A continuación, la tabla 13 muestra los mantenimientos de aceite de motor.

Tabla Nª 13. Mantenimiento de Motor

EXCAVADORA DE ORUGA					
ACEITE Y FILTROS DE MOTOR	**MANTENIMIENTOS**			**REGISTRO EN HORAS**	
EXCAVADORAS	**2019**	**2020**	**TOTAL**	**TOTAL HORAS**	**PROMEDIO HORAS**
PC160	4	4	8	1997,00	285,29
PC200 355393	6	6	12	3533,00	321,18
PC200 C62303	4	4	8	2397,00	342,43
PC220	8	5	13	3835,00	319,58
PC350 A10683	4	6	10	3028,00	336,44
PC350 A10643	6	7	13	3867,00	322,25

Fuente: Progecon S.A Autor: Juan Pablo Samaniego

La política de la empresa ha sido realizar los mantenimientos cada 250 horas, pero el fabricante del aceite indica que el aceite puede extenderse sin problema hasta las 350 horas. Como se puede observar en la tabla 18, las 6 excavadoras tiene un promedio de mantenimiento de motor superior a 285 horas llegando incluso hasta 342 horas, se puede decir que los operadores comunican que se debe hacer el mantenimiento de su excavadora cuando este ya está cerca de las 300 horas, pero lo sugerible es comunicar a las 250 horas, pero muchas veces no lo hacen, sin embargo, mantienen como promedio realizar los cambios por debajo de las 350 horas, horómetro que indica el fabricante del aceite.

Se procedió realizar una muestra de aceite de al menos dos máquinas en el siguiente cambio de aceite de preferencia las que tengan más horas y verificar los resultados y poder concluir si es correcto el cambio de aceite o si se pudiera extender las horas de uso del aceite.

Retroexcavadoras

Ahora analizando los costos de mantenimiento de retroexcavadoras, que se muestran en la tabla 14, donde se presentan los costos de mano de obra.

Tabla Nª 14. Costos de Mano de obra.

COSTO MANO DE OBRA				
TIPO DE MANTENIMIENTO	**COSTO DE HORA**	**NUMERO DE TÉCNICOS**	**CANTIDAD DE HORAS**	**COSTO MANO DE OBRA**
MOTOR	$ 6,00	1	1	$ 6,00
FILTRO DE AIRE	$ 6,00	1	0,333	$ 2,00
TRANSMISIÓN	$ 6,00	1	1	$ 6,00
CORONA	$ 6,00	1	1	$ 6,00
FILTRO HIDRÁULICO	$ 6,00	1	0,333	$ 2,00
HIDRÁULICO	$ 6,00	1	1	$ 6,00

Fuente: Progecon S.A Autor: Juan Pablo Samaniego

En tabla 15 se presentan los costos de materiales.

Tabla Nª 15. Costo de Materiales.

COSTO MATERIALES					
TIPO DE MANTENIMIENTO	**COSTO ACEITE**	**COSTO DE FILTROS**	**COSTO DE GUAIPE**	**COSTO DE DETERGENTE Y AGUA**	**COSTO MATERIALES**
MOTOR JOHN DEERE	101,48		0,20	0,50	102,18
MOTOR CATERPILLAR 416E	88,01		0,20	0,50	88,71
FILTRO DE AIRE JHON DEERE SJ		46,99	0,05	0,20	47,24
FILTRO DE AIRE JHON DEERE K		75,39	0,05	0,20	75,64
FILTRO DE AIRE CAT 416E		161,29	0,05	0,20	161,54
TRANSMISIÓN JOHEN DEERE/CAT	71,92		0,10	0,50	72,52
CORONA JONH DEERE	78,70		0,10	0,40	79,20
CORONA CATERPILLAR	108,95		0,10	0,40	109,45
ACEITE HIDRÁULICO JOHN DEERE	146,56	58,77	0,10	0,50	205,93
ACEITE HIDRÁULICO CATERPILLAR	150,46	65,35	0,10	0,50	216,41
FILTRO HIDRÁULICO JOHN DEERE		58,77	0,10	0,40	59,27
FILTRO HIDRÁULICO CATERPILLAR		65,35	0,10	0,40	65,85

Fuente: Progecon S.A
Autor: Juan Pablo Samaniego

Al unificar ambos costos la tabla 16 muestra los resultados de los distintos mantenimientos.

Tabla Nª 16. Costo Total de Mantenimiento Retroexcavadoras.

RETROEXCAVADORA	MOTOR JD	MOTOR CAT	FILTRO AIRE JDSJ	FILTRO AIRE JDK	FILTRO AIRE CAT	TRANMISION	CORONA JD	CORONA CAT	HIDRULICO JD	HIDRAULICO CAT
310 SJ 4670	8		2			2	1		2	
310SJ 4361	10		3			1	1		2	
310K	10			2		1	1		1	
410K	12			3		1	2		1	
416 E 1865		10			3	1		1		1
416 E 1862		11			3	2		2		1
TOTAL	**40**	**21**	**5**	**5**	**6**	**8**	**5**	**3**	**6**	**2**
COSTO MANO DE OBRA	$ 6,00	$ 6,00	$ 2,00	$ 2,00	$ 2,00	$ 6,00	$ 6,00	$ 6,00	$ 6,00	$ 6,00
COSTO MATERIALES	$ 102,18	$ 88,71	$ 47,24	$ 75,64	$ 161,54	$ 72,52	$ 79,20	$ 109,45	$ 205,93	$ 216,41
COSTO TOTAL UNITARIO	$ 108,18	$ 94,71	$ 49,24	$ 77,64	$ 163,54	$ 78,52	$ 85,20	$ 115,45	$ 211,93	$ 222,41
COSTO TOTAL	$ 4.327,20	$ 1.988,91	$ 246,20	$ 388,20	$ 981,24	$ 628,16	$ 426,00	$ 346,35	$ 1.271,58	$ 444,82
									COSTO GLOBAL	$ 11.048,66

Fuente: Progecon S.A

Autor: Juan Pablo Samaniego

En este grupo de máquinas también se justifica limitar el estudio al mantenimiento del motor ya que de 101 mantenimientos o número de veces que el grupo de excavadoras va a mantenimiento 61 veces es por mantenimiento de motor siendo este el 60,39% de los trabajos por mantenimiento preventivo. Y económicamente este mantenimiento ocupa 6.316,11 dólares de 11.048,66 dólares y eso representa el 57,17% del presupuesto total de mantenimientos preventivos para excavadoras.

Tabla Nª 17. Mantenimiento Motor.

RETROEXCAVADORA					
ACEITE Y FILTROS DE MOTOR	**MANTENIMIENTOS**			**REGISTRO EN HORAS**	
RETROEXCAVADORAS	**2019**	**2020**	**TOTAL**	**TOTAL HORAS**	**PROMEDIO HORAS**
310SJ JOHN DEERE 4670	4	4	8	2761,50	394,50
310SJ JOHN DEERE 4361	5	5	10	2999,80	333,31
310K JOHN DEERE	6	4	10	3238,00	359,78
410K JOHN DEERE	6	6	12	3475,00	315,91
416E CATERPILLAR 1865	6	4	10	2869,60	318,84
416E CATERPILLAR 1862	5	6	11	3104,10	310,41

Fuente: Progecon S.A Autor: Juan Pablo Samaniego

La tabla 17, indica que 4 de 6 retroexcavadoras tienen en promedio un mantenimiento menor a 350 horas, esto se encuentra dentro de las horas que garantiza el fabricante del aceite. Las otras 2 excavadoras superan las 350 Horas, pero no llegan a 400 Horas, por lo tanto, podemos decir que en este caso el mantenimiento no está del todo correcto, pero tampoco es algo alarmante. Se procedió a hacer un análisis de muestra de aceite de motor para al menos 2 retroexcavadoras y poder verificar si el aceite aún mantiene vida útil y si los componentes del motor se encuentran dentro de los parámetros correctos.

Cargadoras

A continuación, se muestran la tabla 18 de costo de mano de obra y tabla 19 costo de materiales por cada uno de los mantenimientos para las cargadoras

Tabla Nª 18. costo mano de obra.

COSTO MANO DE OBRA				
TIPO DE MANTENIMIENTO	**COSTO DE HORA**	**NUMERO DE TÉCNICOS**	**CANTIDAD DE HORAS**	**COSTO MANO DE OBRA**
MOTOR	$6,00	1,00	1,00	$6,00
FILTRO DE AIRE	$6,00	1,00	0,33	$2,00
TRANSMISIÓN	$6,00	1,00	1,00	$6,00
CORONA	$6,00	1,00	1,50	$9,00
FILTRO HIDRÁULICO	$6,00	1,00	0,33	$2,00
HIDRÁULICO	$6,00	1,00	1,50	$9,00

Fuente: Progecon S.A Autor: Juan Pablo Samaniego

Tabla Nª 19. Costo de Materiales.

COSTO MATERIALES					
TIPO DE MANTENIMIENTO	**COSTO ACEITE**	**COSTO DE FILTROS**	**COSTO DE GUAIPE**	**COSTO DE DETERGENTE Y AGUA**	**COSTO MATERIALES**
MOTOR KOMATSU 380	$111,97		$0,20	$0,50	$112,67
MOTOR KOMATSU 430	$140,07		$0,20	$0,50	$140,77
FILTRO DE AIRE KOMATSU 380/430		$88,82	$0,10	$0,40	$89,32
TRANSMISIÓN KOMATSU 380	$257,02		$0,10	$0,50	$257,62
TRANSMISIÓN KOMATSU 430	$284,38		$0,10	$0,50	$284,98
FILTRO HIDRÁULICO KOMATSU 380/430		$92,15	$0,10	$0,40	$92,65
CORONA KOMATSU380/430	$328,27		$0,10	$0,50	$328,87
HIDRÁULICO KOMATSU 380	$478,73	$92,15	$0,10	$0,50	$571,48
HIDRÁULICO KOMATSU 430	$547,12	$92,15	$0,10	$0,50	$639,87

Fuente: Progecon S.A Autor: Juan Pablo Samaniego

Tabla Nª 20. Costo total de Mantenimientos.

COSTO DE MANTENIMIENTO									
CARGADORA	**MOTOR 380**	**MOTOR 430**	**FILTRO AIRE**	**TRANSMISIÓN 380**	**TRANSMISIÓN 430**	**FILTRO HIDRÁULICO**	**CORONA 4 EJES**	**HIDRÁULICO 380**	**HIDRÁULICO 430**
KOMATSU 380	13		6	2		1	2	2	
KOMATSU 430		13	5		2		1		2
TOTAL	13	13	11	2	2	1	3	2	2
COSTO MANO DE OBRA	$6,00	$6,00	$2,00	$6,00	$6,00	$2,00	$9,00	$12,00	$12,00
COSTO MATERIALES	$112,67	$140,77	$89,32	$257,62	$284,98	$92,65	$328,87	$571,48	$639,87
COSTO TOTAL UNITARIO	$118,67	$146,77	$91,32	$263,62	$290,98	$94,65	$337,87	$583,48	$651,87
COSTO TOTAL	$1.542,71	$1.908,01	$1.004,52	$527,24	$581,96	$94,65	$1.013,61	$1.166,96	$1.303,74
COSTO GLOBAL									**$9.143,40**

Fuente: Progecon S.A Autor: Juan Pablo Samaniego

En La tabla 20 muestran los costos totales de mantenimiento de las cargadoras.

En este grupo de máquinas también se justifica limitar el estudio al mantenimiento del motor ya que de 49 mantenimientos o número de veces que el grupo de excavadoras va a mantenimiento 26 veces es por mantenimiento de motor siendo este el 53,06% de los trabajos por mantenimiento preventivo. Y económicamente este mantenimiento ocupa 3.450,72 dólares de 9.143,4 dólares y eso representa el 37,74% del presupuesto total de mantenimientos preventivos para excavadoras.

Tabla Nª 21. Mantenimiento de Motor.

CARGADORA KOMATSU					
ACEITE Y FILTROS DE MOTOR	**MANTENIMIENTOS**			**REGISTRO EN HORAS**	
CARGADORAS	**2019**	**2020**	**TOTAL**	**TOTAL HORAS**	**PROMEDIO HORAS**
KOMATSU 380	6	7	13	3749,60	312,47
KOMATSU 430	6	6	12	3145,80	285,98

Fuente: Progecon S.A Autor: Juan Pablo Samaniego

La tabla 21 presenta que ambas cargadoras en promedio tienen mantenimientos superiores a las 250 horas e inferiores a las 350 Horas. Por lo que tenemos unos mantenimientos correctos, se va a tomar la muestra de aceite de motor de ambas cargadoras y con el resultado de análisis se podrá verificar si se pueden prolongar los cambios de aceite de motor y si los componentes internos del motor están dentro de los parámetros correctos.

3.4 Análisis de Aceites

Grupo volquetas

Este grupo posee un recorrido corto (70-80 km semanal) se evidencia que un equipo es más ocupado que el otro equipo, al no tener el indicador de kilometraje en cuenta y únicamente basarse en las horas máquina, la empresa opta por cambiar el aceite de motor según la cantidad de semanas que han trascurrido desde su último mantenimiento. Es por ello que una volqueta siempre tiene más horas trabajadas que la otra volqueta. Y al no existir un seguimiento adecuado de las horas transcurridas, se realizan los mantenimientos de motor para ambas volquetas

la volqueta GSH-6819 con un kilometraje de 627,9 km y 331 horas trabajadas se observa en la imagen 2. que algunos elementos tienen valores muy altos, el laboratorio recomienda realizar otro análisis de aceite.

Imagen 2. Condición de Aceite y Motor GSH-6819

IASA S.A.
Jessica Monar
AV. JUAN TANCA MARENGO KM. 4 1/2
GUAYAQUIL, GUAYA
FAX:
FONO: 4-5000297
TIPO DE MUESTRA : ACEITE

CLIENTE : PROGECON S.A.
NÚMERO DE EQUIPO: GSH-6819
COMPONENTE : MOTOR
NÚMERO DE SERIE : GSH6819
MARCA : MAN
MODELO : MAN_MAN
LUGAR DE TRABAJO : CANTERA
NÚMERO DE GARANTÍA EXTENDIDA :

ORDEN DE TRABAJO : J. MONAR
SERIE COMPONENTE :
MODELO DEL COMP. :
FABRICANTE DEL COMP. :
CONTROL LAB :
MARCA/GRADO ACEITE: VALVOLINE/15W-40
TIPO DE FLUIDO :
FECHA DE TERMINO
NUMERO GARANTIA EXT :

IASA
Av. Juan Tanca Marengo
Guayaquil, Ecuador
593-4-3731777, Ext. 1417
https://iasaglobal.com/

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO	HORAS ACEITE	¿CAMBIO ACEITE?	RELLENO	UNIDADES DEL
R440-51078-0034	11/3/21	19/3/21	125225.5 KM	627.90 KM	Si		
Urgente	EL COBRE. HIERRO, PLOMO, ALUMINIO, SILICIO, SODIO Y POTASIO ESTÁN MUY ALTOS, SE HA REALIZADO ALGÚN TRABAJO EN EL MOTOR? LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. EL PAQUETE DE ADITIVOS HA CAMBIADO CON RESPECTO A LAS MUESTRAS ANTERIORES. PARA EL EQUIPO Y REALICE UNA EVALUACIÓN TÉCNICA LO ANTES POSIBLE. TOME OTRA MUESTRA A LAS 5 HORAS DE USO DEL ACEITE PARA OBSERVACIÓN.						
R440-47279-0081	5/10/17	6/10/17	106018.6 KM	1792.2 KM	Desconocido		
Normal	LOS VALORES QUE NOS INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTA MUESTRA. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINÚE MUESTREANDO PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.						
R440-47263-0003	13/9/17	20/9/17	105650 KM	1423.6 KM	Desconocido		
Normal	LOS VALORES QUE NOS INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTA MUESTRA. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINÚE MUESTREANDO PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.						
R440-47158-0054	5/6/17	7/6/17	104295 KM	25 KM	Desconocido		
Normal	LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINUE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.						

Elementos de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mo	Ni	V	Ca	Mg	Zn	P	Ba
R440-51078-0034	301	128	1	20	9	1	15	460	1180	50	1	0	3620	111	1194	1063	0
R440-47279-0081	1	8	1	4	0	0	3	4	2	1	1	0	4193	14	1209	1011	
R440-47263-0003	1	6	0	3	0	0	6	4	1	0	0	0	3711	12	1086	914	
R440-47158-0054	0	3	0	3	1	0	4	4	2	0	0	0	3571	12	1058	924	

Condición de aceite / Conteo Partículas	ST	OXI	NIT	SUL	W	A	F	V100
R440-51078-0034	1	6	5	17	N	N	N	14.155

R440-51078-0034: EL COBRE. HIERRO, PLOMO, ALUMINIO, SILICIO, SODIO Y POTASIO ESTÁN MUY ALTOS, ¿SE HA REALIZADO ALGÚN TRABAJO EN EL MOTOR? LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. EL PAQUETE DE ADITIVOS HA CAMBIADO CON RESPECTO A LAS MUESTRAS ANTERIORES. PARA EL EQUIPO Y REALICE UNA EVALUACIÓN TÉCNICA LO ANTES POSIBLE. TOME OTRA MUESTRA A LAS 5 HORAS DE USO DEL ACEITE PARA OBSERVACIÓN.

Fuente: IASA laboratorio

Se realizó otro análisis de aceite, cuando la volqueta tenía trabajado apenas 74 horas, con la intención de identificar si con el cambio de aceite realizado en marzo 2021; el segundo análisis se muestra en la imagen 3.

Imagen 3. Condición de Aceite y Motor GSH-6819

IASA S.A.
Jessica Monar
AV. JUAN TANCA MARENGO KM. 4 1/2
GUAYAQUIL, GUAYA
FAX:
FONO: 4-5000297
TIPO DE MUESTRA : ACEITE

CLIENTE : PROGECON S.A.
NÚMERO DE EQUIPO: GSH-6819
COMPONENTE : MOTOR
NÚMERO DE SERIE : GSH6819
MARCA : MAN
MODELO : MAN_MAN
LUGAR DE TRABAJO : CANTERA
NÚMERO DE GARANTÍA EXTENDIDA :

ORDEN DE TRABAJO : J. MONAR
SERIE COMPONENTE :
MODELO DEL COMP. :
FABRICANTE DEL COMP. :
CONTROL LAB : 125366.6 KM
MARCA/GRADO ACEITE: VALVOLINE/15W-40
TIPO DE FLUIDO :
FECHA DE TERMINO NUMERO GARANTIA EXT :

IASA CAT
Av. Juan Tanca Marengo Km.3
Guayaquil, Ecuador
593-4-3731777, Ext. 1417
https://iasaglobal.com/

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO	HORAS ACEITE	¿CAMBIO ACEITE?	RELLENO	UNIDADES DEL RELLENO	¿CAMBIO F
R440-51117-0006	21/4/21	27/4/21	19118 KM	405 KM	Desconocido			Descon
Seguimiento	EL COBRE, SODIO Y POTASIO CONTINUAN ALTOS, POSIBLEMENTE SE TRATE DE CONTAMINACIÓN CON EL ACEITE ANTERIOR Ó POR ALGÚN TRABAJO REALIZADO EN EL MOTOR. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. REVISE EL SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE Y NIVEL DE ACEITE PERIODICAMENTE. SE RECOMIENDA CAMBIAR EL ACEITE Y FILTRO DE ACEITE. CORTE Y REVISE EL FILTRO DE ACEITE EN BUSCA DE PARTÍCULAS VISIBLES. TOME OTRA MUESTRA DESPUÉS DE 50 HORAS DEL CAMBIO DE ACEITE PARA OBSERVACION.							
R440-51078-0034	11/3/21	19/3/21	125225.5 KM	627.90 KM	Si			S
Urgente	EL COBRE. HIERRO, PLOMO, ALUMINIO, SILICIO, SODIO Y POTASIO ESTÁN MUY ALTOS, SE HA REALIZADO ALGÚN TRABAJO EN EL MOTOR? LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. EL PAQUETE DE ADITIVOS HA CAMBIADO CON RESPECTO A LAS MUESTRAS ANTERIORES. PARA EL EQUIPO Y REALICE UNA EVALUACIÓN TÉCNICA LO ANTES POSIBLE. TOME OTRA MUESTRA A LAS 5 HORAS DE USO DEL ACEITE PARA OBSERVACIÓN.							
R440-47279-0081	5/10/17	6/10/17	106018.6 KM	1792.2 KM	Desconocido			
Normal	LOS VALORES QUE NOS INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTA MUESTRA. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINÚE MUESTREANDO PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.							
R440-47263-0003	13/9/17	20/9/17	105650 KM	1423.6 KM	Desconocido			
Normal	LOS VALORES QUE NOS INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTA MUESTRA. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINUE MUESTREANDO PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.							

Elementos de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mo	Ni	V	Ca	Mg	Zn	P	Ba
R440-51117-0006	21	13	0	1	0	0	2	34	82	2	0	0	3999	20	1271	1113	0
R440-51078-0034	301	128	1	20	9	1	15	460	1180	50	1	0	3620	111	1194	1063	0
R440-47279-0081	1	8	1	4	0	0	3	4	2	1	1	0	4193	14	1209	1011	
R440-47263-0003	1	6	0	3	0	0	6	4	1	0	0	0	3711	12	1086	914	

Condición de aceite / Conteo Partículas	ST	OXI	NIT	SUL	W	A	F	V100
R440-51117-0006	0	6	3	15	N	N	N	14.65
R440-51078-0034	1	6	5	17	N	N	N	14.155

Fuente: IASA laboratorio

En el mes de mayo se realiza el mantenimiento de aceite y los primeros días de junio se obtiene una muestra de aceite cuando han pasado 170 horas de trabajo. En imagen 4. se observa el análisis del aceite.

Imagen 4. Componentes internos motor GSH-6819

IASA S.A.
Jessica Monar
AV. JUAN TANCA MARENGO KM. 4 1/2
GUAYAQUIL, GUAYA
FAX:
FONO: 4-5000297
TIPO DE MUESTRA : ACEITE

CLIENTE : PROGECON S.A.
NÚMERO DE EQUIPO: GSH-6819
COMPONENTE : MOTOR
NÚMERO DE SERIE : GSH6819
MARCA : MAN
MODELO : MAN_MAN
LUGAR DE TRABAJO : CANTERA
NÚMERO DE GARANTÍA EXTENDIDA :

ORDEN DE TRABAJO : J. MONAR
SERIE COMPONENTE :
MODELO DEL COMP. :
FABRICANTE DEL COMP. :
CONTROL LAB :
MARCA/GRADO ACEITE: VALVOLINE/15W-40
TIPO DE FLUIDO :
FECHA DE TERMINO
NUMERO GARANTIA EXT :

IASA CAT
Av. Juan Tanca Marengo Km.3
Guayaquil, Ecuador
593-4-3731777, Ext. 1417
https://iasaglobal.com/

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO	HORAS ACEITE	¿CAMBIO ACEITE?	RELLENO	UNIDADES DEL RELLENO	¿CAMBIO FIL
R440-51173-0059	15/6/21	22/6/21	19535 KM	170 KM	No			No
Normal — LOS VALORES QUE NOS INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES. LA VISCOSIDAD Y LOS RESULTADOS DE FT-IR ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINÚE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.								
R440-51117-0006	21/4/21	27/4/21	19118 KM	405 KM	Desconocido			Descono
Seguimiento — EL COBRE, SODIO Y POTASIO CONTINUAN ALTOS, POSIBLEMENTE SE TRATE DE CONTAMINACIÓN CON EL ACEITE ANTERIOR Ó POR ALGÚN TRABAJO REALIZADO EN EL MOTOR. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. REVISE EL SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE Y NIVEL DE ACEITE PERIODICAMENTE. SE RECOMIENDA CAMBIAR EL ACEITE Y FILTRO DE ACEITE. CORTE Y REVISE EL FILTRO DE ACEITE EN BUSCA DE PARTÍCULAS VISIBLES. TOME OTRA MUESTRA DESPUÉS DE 50 HORAS DEL CAMBIO DE ACEITE PARA OBSERVACIÓN.								
R440-51078-0034	11/3/21	19/3/21	125225.5 KM	627.90 KM	Si			Si
Urgente — EL COBRE, HIERRO, PLOMO, ALUMINIO, SILICIO, SODIO Y POTASIO ESTÁN MUY ALTOS, SE HA REALIZADO ALGÚN TRABAJO EN EL MOTOR? LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. EL PAQUETE DE ADITIVOS HA CAMBIADO CON RESPECTO A LAS MUESTRAS ANTERIORES. PARA EL EQUIPO Y REALICE UNA EVALUACIÓN TÉCNICA LO ANTES POSIBLE. TOME OTRA MUESTRA A LAS 5 HORAS DE USO DEL ACEITE PARA OBSERVACIÓN.								
R440-47279-0081	5/10/17	6/10/17	106018.6 KM	1792.2 KM	Desconocido			
Normal — LOS VALORES QUE NOS INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTA MUESTRA. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINUE MUESTREANDO PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.								

Elementos de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mo	Ni	V	Ca	Mg	Zn	P	Ba
R440-51173-0059	2	4	0	1	0	0	0	4	7	1	0	0	3496	11	1256	1084	0
R440-51117-0006	21	13	0	1	0	0	2	34	82	2	0	0	3999	20	1271	1113	0
R440-51078-0034	301	128	1	20	9	1	15	460	1180	50	1	0	3620	111	1194	1063	0
R440-47279-0081	1	8	1	4	0	0	3	4	2	1	1	0	4193	14	1209	1011	

Fuente: IASA laboratorio

La volqueta GSH-6896 se realiza el mantenimiento de motor con 889,2 km y 500 horas trabajadas, en la imagen 5. se presenta el análisis de aceite.

Imagen 5. Condición de Aceite y Motor GSH-6896

IASA S.A.
Jessica Monar
AV. JUAN TANCA MARENGO KM. 4 1/2
GUAYAQUIL, GUAYA
FAX:
FONO: 4-5000297
TIPO DE MUESTRA : ACEITE

CLIENTE : PROGECON S.A.
NÚMERO DE EQUIPO: CM587741
COMPONENTE : MOTOR
NÚMERO DE SERIE : CM587741
MARCA : DESCONOCIDO
MODELO : MAM_OTHER
LUGAR DE TRABAJO : TALLER
NÚMERO DE GARANTÍA EXTENDIDA :

ORDEN DE TRABAJO : J. MONAR
SERIE COMPONENTE :
MODELO DEL COMP. :
FABRICANTE DEL COMP. :
CONTROL LAB :
MARCA/GRADO ACEITE: VALVOLINE/15W-40
TIPO DE FLUIDO :
FECHA DE TERMINO
NUMERO GARANTIA EXT :

IASA
Av. Juan Tanca Marengo
Guayaquil, Ecuador
593-4-3731777, Ext. 1417
https://iasaglobal.com/

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO	HORAS ACEITE	¿CAMBIO ACEITE?	RELLENO	UNIDADES DEL
R440-51078-0030	11/3/21	19/3/21	15029 HR	500 HR	Si		
Normal — LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTA PRIMERA MUESTRA. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. TOME OTRA MUESTRA A LAS 250 HORAS PARA OBSERVACIÓN.							

Elementos de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mo	Ni	V	Ca	Mg	Zn	P	Ba
R440-51078-0030	1	4	0	4	0	0	6	6	1	0	0	0	3905	13	1171	1092	1

Condición de aceite / Conteo Partículas	ST	OXI	NIT	SUL	W	A	F	V100
R440-51078-0030	4	6	4	16	N	N	N	14.382

Fuente: IASA laboratorio

Grupo Volquetas de Recorrido largo (1600-1800 km semanal)

En este grupo de Volquetas de recorrido largo tiene una relación de 30 kilómetros recorridos por cada hora trabajada, la política de la empresa es cambiar el aceite a los 10 000km sin embargo, se evidencia que mientras una volqueta realiza más de 16 000 km con un horómetro superior a las 500 horas, la otra volqueta recorre los 10 000 km y realiza el mantenimiento con menos de 370 horas considerando que ambas volquetas tienen una relación km/hora muy similar se tiene como resultado que la volqueta que se realiza el mantenimiento a menos de 370 horas obtiene un mantenimiento de forma anticipada, desaprovechando el aceite que podría ser cambiado cuando cumpla las 500 horas que sugiere el fabricante del aceite.

Para la volqueta GSJ-9371 se realizó mantenimiento el 20 de abril del 2021 el cual contaba con 11175,8 km recorridos y 669 horas trabajadas, se envía a analizar muestra de aceite, y en la imagen 6 se muestra el análisis de aceite obtenido.

Imagen 6. Condición de Aceite y Motor GSJ-9371

IASA S.A.
Jessica Monar
AV. JUAN TANCA MARENGO KM. 4 1/2
GUAYAQUIL, GUAYA
FAX:
FONO: 4-5000297
TIPO DE MUESTRA : ACEITE

CLIENTE : PROGECON S.A.
NÚMERO DE EQUIPO: GSJ-9371
COMPONENTE : MOTOR
NÚMERO DE SERIE : GSJ-9371
MARCA : UNKNOWN
MODELO : UNKNOWN
LUGAR DE TRABAJO : TALLER
NÚMERO DE GARANTÍA EXTENDIDA :

ORDEN DE TRABAJO : J. MONAR
SERIE COMPONENTE :
MODELO DEL COMP. :
FABRICANTE DEL COMP. :
CONTROL LAB :
MARCA/GRADO ACEITE: VALVOLINE/15W-40
TIPO DE FLUIDO :
FECHA DE TERMINO
NUMERO GARANTIA EXT :

IASA CAT
Av. Juan Tanca Marengo Km.3
Guayaquil, Ecuador
593-4-3731777, Ext. 1417
https://iasaglobal.com/

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO	HORAS ACEITE	¿CAMBIO ACEITE?	RELLENO	UNIDADES DEL RELLENO	¿CAMBIO F
R440-51130-0077	28/4/21	10/5/21	216625.3 HR	205449.5 HR	Si			Descono

Normal

LOS KMS DE USO DEL ACEITE SON LOS CORRECTOS?. ES NECESARIO MÁS MUESTRAS PARA ESTABLECER EL HISTORIAL NORMAL DE DESGASTE. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. REVISE EL SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE PERIODICAMENTE. TOME OTRA MUESTRA A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.

Elementos de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mo	Ni	V	Ca	Mg	Zn	P	Ba
R440-51130-0077	0	3	0	0	0	0	5	9	2	0	1	0	3817	16	1266	1081	0

Condición de aceite / Conteo Partículas	ST	OXI	NIT	SUL	W	A	F	V100
R440-51130-0077	2	6	3	16	N	N	N	14.982

Fuente: IASA Laboratorio

Para la volqueta GSJ-9378 se realiza mantenimiento el 8 de abril del 2021 el cual contaba con 12215,2 km recorridos y 412 horas trabajadas, se envía a analizar muestra de aceite, y en la imagen 7 se muestra los resultados obtenidos.

Imagen 7. Condición de Aceite y Motor GSJ-9378

IASA S.A.
Jessica Monar
AV. JUAN TANCA MARENGO KM. 4 1/2
GUAYAQUIL, GUAYA
FAX:
FONO: 4-5000297
TIPO DE MUESTRA : ACEITE

CLIENTE : PROGECON S.A.
NÚMERO DE EQUIPO: GSJ9378
COMPONENTE : MOTOR
NÚMERO DE SERIE : GSJ9378
MARCA : MAN
MODELO : MAN_MAN
LUGAR DE TRABAJO : CANTERA
NÚMERO DE GARANTÍA EXTENDIDA :

ORDEN DE TRABAJO : J. MONAR
SERIE COMPONENTE :
MODELO DEL COMP. :
FABRICANTE DEL COMP. :
CONTROL LAB :
MARCA/GRADO ACEITE: VALVOLINE/15W-40
TIPO DE FLUIDO :
FECHA DE TERMINO NUMERO GARANTIA EXT :

IASA CAT
Av. Juan Tanca Marengo Km.3
Guayaquil, Ecuador
593-4-3731777, Ext. 1417
https://iasaglobal.com/

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO	HORAS ACEITE	¿CAMBIO ACEITE?	RELLENO	UNIDADES DEL RELLENO	¿CAMBIO FIL
R440-51130-0081	28/4/21	10/5/21	293342.0 KM	12215.5 KM	Si			Desconoci
Normal	LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTE PERÍODO. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINUE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.							
R440-49165-0020	7/6/19	14/6/19	184294 KM	184294 KM	Si			Si
Normal	LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINUE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.							
R440-47263-0004	13/9/17	20/9/17	154867.2 KM	13066.7 KM	Desconocido			
Normal	LOS VALORES QUE NOS INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTA MUESTRA. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINÚE MUESTREANDO PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.							
R440-47158-0056	5/6/17	7/6/17	143675 KM	1874 KM	Desconocido			
Normal	LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINUE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.							

Elementos de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mo	Ni	V	Ca	Mg	Zn	P	Ba
R440-51130-0081	0	5	0	0	0	0	4	9	1	2	0	0	3866	11	1295	1083	0
R440-49165-0020	1	7	0	5	0	0	2	3	3	0	0	0	3768	12	1238	1072	
R440-47263-0004	2	16	1	5	1	0	4	5	4	0	0	0	4141	16	1199	986	
R440-47158-0056	0	3	0	3	0	1	4	5	2	1	0	0	3606	12	1066	936	

Fuente: IASA Laboratorio

Grupo Volquetas de Recorrido Mixto (800-1200 km semanal)

Este grupo de Volquetas es el más complicado de analizar ya que son 15 volquetas con diferentes rutas, por lo tanto, existirán jornadas que se realicen recorridos menores a 150 km diarios y van variando hasta incluso llegar a realizar más de 300 km en una jornada laboral, normalmente una volqueta trabaja 10 horas por jornada, por lo tanto, al tener muchas variaciones de kilometrajes recorrido por jornada no existen una razón matemática muy cercana entre todas las volquetas de este grupo. La disposición es que se hagan los mantenimientos cada 10 000 km sin embargo por lo mencionado se evidencia que no es un indicador tan apropiado únicamente basarse en los kilómetros recorridos, también es muy importante considerar las horas máquina, y según los resultados de las muestras de aceite vemos que:

La volqueta GSD-3158 realizó el mantenimiento de motor con 8315 km y 659 horas trabajadas, en la imagen 8. se presenta el análisis de aceite

Imagen 8. Condición de Aceite y Motor GSD-3158

IASA S.A.
Jessica Monar
AV. JUAN TANCA MARENGO KM. 4 1/2
GUAYAQUIL, GUAYA
FAX:
FONO: 4-5000297
TIPO DE MUESTRA : ACEITE

CLIENTE : PROGECON S.A.
NÚMERO DE EQUIPO: GSD-3158
COMPONENTE : MOTOR
NÚMERO DE SERIE : 585035
MARCA : MAN
MODELO : 40400
LUGAR DE TRABAJO : TALLER
NÚMERO DE GARANTÍA EXTENDIDA :

ORDEN DE TRABAJO : J. MONAR
SERIE COMPONENTE :
MODELO DEL COMP. :
FABRICANTE DEL COMP. :
CONTROL LAB :
MARCA/GRADO ACEITE: VALVOLINE/15W-40
TIPO DE FLUIDO :
FECHA DE TERMINO
NUMERO GARANTIA EXT :

IASA
Av. Juan Tanca Marengo
Guayaquil, Ecuador
593-4-3731777, Ext. 1417
https://iasaglobal.com/

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO	HORAS ACEITE	¿CAMBIO ACEITE?	RELLENO	UNIDADES DEL
R440-51078-0031	16/3/21	19/3/21	251048.10 KM	8315.0 KM	Si		
Normal	LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTE PERÍODO. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINÚE MUESTREANDO PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.						
R440-48199-0073	2/7/18	18/7/18	155742.1 KM	10192 KM	Desconocido		
Normal	LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINUE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.						
R440-46231-0029	17/8/16	18/8/16	133610 KM	5392 KM	No		
Normal	LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTA PRIMERA MUESTRA. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINUE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.						

Elementos de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mo	Ni	V	Ca	Mg	Zn	P	Ba
R440-51078-0031	1	10	0	5	0	0	4	7	2	0	0	0	4118	16	1248	1171	0
R440-48199-0073	3	29	1	8	0	4	12	6	2	0	0	0	4076	14	1170	955	
R440-46231-0029	6	7	0	4	3	0	2	4	3	0	0	0	4865	15	1486	1268	

Condición de aceite / Conteo Partículas	ST	OXI	NIT	SUL	W	A	F	V100
R440-51078-0031	50	7	5	18	N	N	N	14.364

Fuente: IASA laboratorio

En volqueta GSJ-4326 se realizó el mantenimiento de motor con 10330 km y 633 horas trabajadas, en la imagen 9 se presentan el resultado de análisis, el laboratorio recomienda hacer un segundo análisis

Imagen 9 Condición de Aceite y Motor GSJ-4326

IASA S.A.
Jessica Monar
AV. JUAN TANCA MARENGO KM. 4 1/2
GUAYAQUIL, GUAYA
FAX:
FONO: 4-5000297
TIPO DE MUESTRA : ACEITE

CLIENTE : PROGECON S.A.
NÚMERO DE EQUIPO: GSJ-4326
COMPONENTE : MOTOR
NÚMERO DE SERIE : DM627466
MARCA : DESCONOCIDO
MODELO : MAM_OTHER
LUGAR DE TRABAJO : TALLER
NÚMERO DE GARANTÍA EXTENDIDA :

ORDEN DE TRABAJO : J. MONAR
SERIE COMPONENTE :
MODELO DEL COMP. :
FABRICANTE DEL COMP. :
CONTROL LAB :
MARCA/GRADO ACEITE: VALVOLINE/15W-40
TIPO DE FLUIDO :
FECHA DE TERMINO
NUMERO GARANTIA EXT :

IASA
Av. Juan Tanca Marengo
Guayaquil, Ecuador
593-4-3731777, Ext. 1417
https://iasaglobal.com/

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO	HORAS ACEITE	¿CAMBIO ACEITE?	RELLENO	UNIDADES DEL
R440-51078-0032	11/3/21	19/3/21	196339.0 KM	10330.80 KM	Si		

Seguimiento: EL SODIO Y POTASIO ESTÁN ALTOS, REVISE NIVEL DE ACEITE Y ESTADO DEL SISTEMA DE ADMISIÓN PERIÓDICAMENTE. LOS DEMÁS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTA PRIMERA MUESTRA. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. TOME OTRA MUESTRA A LAS 50 HORAS DE USO DEL ACEITE.

Elementos de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mo	Ni	V	Ca	Mg	Zn	P	Ba
R440-51078-0032	1	7	0	5	0	0	3	27	59	13	0	0	3808	102	1206	1121	0

Condición de aceite / Contaso Partículas	ST	OXI	NIT	SUL	W	A	F	V100
R440-51078-0032	22	7	5	18	N	N	N	13.578

Fuente: IASA laboratorio

Se realiza un segundo análisis de GSJ-4326 en el mes de junio, cuando la volqueta ha trabajado 701 horas y recorrido 11975,4 km se tiene resultados del análisis en la imagen 10.

Imagen 10. Condición de Aceite y Motor GSJ-4326

IASA S.A.
Jessica Monar
AV. JUAN TANCA MARENGO KM. 4 1/2
GUAYAQUIL, GUAYA
FAX:
FONO: 4-5000297
TIPO DE MUESTRA : ACEITE

CLIENTE : PROGECON S.A.
NÚMERO DE EQUIPO: 627466
COMPONENTE : MOTOR
NÚMERO DE SERIE : GSJ-4326
MARCA : MAN
MODELO : MAN_MAN
LUGAR DE TRABAJO : CANTERA
NÚMERO DE GARANTÍA EXTENDIDA :

ORDEN DE TRABAJO : J. MONAR
SERIE COMPONENTE :
MODELO DEL COMP. :
FABRICANTE DEL COMP. :
CONTROL LAB :
MARCA/GRADO ACEITE: VALVOLINE/15W-40
TIPO DE FLUIDO :
FECHA DE TERMINO NUMERO GARANTIA EXT :

IASA CAT
Av. Juan Tanca Marengo Km.3
Guayaquil, Ecuador
593-4-3731777, Ext. 1417
https://iasaglobal.com/

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO	HORAS ACEITE	¿CAMBIO ACEITE?	RELLENO	UNIDADES DEL RELLENO	¿CAMBIO
R440-51158-0124	1/6/21	7/6/21	208314.7 KM	11975 KM	Desconocido			Desco
Normal	LOS VALORES QUE NOS INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTE PERÍODO. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. REVISE EL SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE PERIODICAMENTE. CONTINÚE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.							
R440-48214-0006	19/7/18	2/8/18	90901.3 KM	10810 KM	Desconocido			
Normal	LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINUE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.							

Elementos de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mo	Ni	V	Ca	Mg	Zn	P	Ba
R440-51158-0124	1	7	1	2	0	0	2	9	11	2	0	0	4202	19	1317	1125	0
R440-48214-0006	3	17	1	4	2	3	3	5	4	5	0	1	3375	12	1147	991	

Condición de aceite / Conteo Partículas	ST	OXI	NIT	SUL	W	A	F	V100
R440-51158-0124	21	7	5	17	N	N	N	14.009
R440-48214-0006	21	8	5	20	N	N	N	14.117

Fuente: IASA laboratorio

En volqueta GSD-2701 se realizó el mantenimiento de motor en el mes de marzo con 10658,3 km y 863 horas trabajadas, en la imagen 11 se presentan el resultado de análisis, el laboratorio recomienda hacer un segundo análisis.

Imagen 11 Condición de Aceite y Motor GSD-2701

IASA S.A.
Jessica Monar
AV. JUAN TANCA MARENGO KM. 4 1/2
GUAYAQUIL, GUAYA
FAX:
FONO: 4-5000297
TIPO DE MUESTRA : ACEITE

CLIENTE : PROGECON S.A.
NÚMERO DE EQUIPO: GSD-2701
COMPONENTE : MOTOR
NÚMERO DE SERIE : GSD-2701
MARCA : MAN
MODELO : MAN_MAN
LUGAR DE TRABAJO : TALLER
NÚMERO DE GARANTÍA EXTENDIDA :

ORDEN DE TRABAJO : J. MONAR
SERIE COMPONENTE :
MODELO DEL COMP. :
FABRICANTE DEL COMP. :
CONTROL LAB :
MARCA/GRADO ACEITE: VALVOLINE/15W-40
TIPO DE FLUIDO :
FECHA DE TERMINO
NUMERO GARANTIA EXT :

IASA
Av. Juan Tanca Marengo
Guayaquil, Ecuador
593-4-3731777, Ext. 1417
https://iasaglobal.com/

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO	HORAS ACEITE	¿CAMBIO ACEITE?	RELLENO	UNIDADES DEL
R440-51078-0033	11/3/21	19/3/21	258248.2 KM	10658.30 KM	Si		
Seguimiento	EL SODIO Y POTASIO ESTÁN ALTOS, REVISE NIVEL DE ACEITE Y ESTADO DEL SISTEMA DE ADMISIÓN PERIÓDICAMENTE. LOS DEMÁS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTE PERÍODO. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. TOME OTRA MUESTRA A LAS 50 HORAS DE USO DEL ACEITE.						
R440-48164-0041	6/6/18	13/6/18	199302 KM	8683 KM	Desconocido		
Normal	LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTA PRIMERA MUESTRA. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINUE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.						

Elementos de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mo	Ni	V	Ca	Mg	Zn	P	Ba
R440-51078-0033	1	7	0	5	0	1	3	27	60	13	0	0	3855	104	1216	1120	0
R440-48164-0041	1	6	0	3	0	0	2	4	1	0	2	0	3919	12	1198	1057	

Condición de aceite / Conteo Partículas	ST	OXI	NIT	SUL	W	A	F	V100
R440-51078-0033	22	7	5	18	N	N	N	13.595

Fuente: IASA laboratorio

Se realiza un segundo análisis de GSD-2701 en el mes de mayo, cuando la volqueta ha trabajado 652 horas y recorrido 10800,6 km los resultados se presentan en imagen 12.

Imagen 12 Condición de Aceite y Motor GSD-2701

IASA S.A.
Jessica Monar
AV. JUAN TANCA MARENGO KM. 4 1/2
GUAYAQUIL, GUAYA
FAX:
FONO: 4-5000297
TIPO DE MUESTRA : ACEITE

CLIENTE : PROGECON S.A.
NUMERO DE EQUIPO: GSD-2701
COMPONENTE : MOTOR
NÚMERO DE SERIE : GSD-2701
MARCA : MAN
MODELO : MAN_MAN
LUGAR DE TRABAJO : TALLER
NÚMERO DE GARANTÍA EXTENDIDA :

ORDEN DE TRABAJO : J. MONAR
SERIE COMPONENTE :
MODELO DEL COMP. :
FABRICANTE DEL COMP. :
CONTROL LAB :
MARCA/GRADO ACEITE: VALVOLINE/15W-40
TIPO DE FLUIDO :
FECHA DE TERMINO NUMERO GARANTIA EXT :

IASA CAT
Av. Juan Tanca Marengo Km.3
Guayaquil, Ecuador
593-4-3731777, Ext. 1417
https://iasaglobal.com/

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO	HORAS ACEITE	¿CAMBIO ACEITE?	RELLENO	UNIDADES DEL RELLENO	¿CAMBIO F
R440-51152-0048	20/5/21	1/6/21	0	0	Desconocido			
Sin Evaluación	HORAS DESCONOCIDAS DE LA MUESTRA DE ACEITE, SIN LAS HORAS DE USO DEL ACEITE NO PODEMOS DETERMINAR EL ESTADO REAL DEL DESGASTE DEL SISTEMA. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS NORMALES. REVISE EL SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE PERIODICAMENTE. TOME OTRA MUESTRA VERIFICANDO LAS HORAS DE USO DEL ACEITE PARA OBSERVACIÓN.							
R440-51078-0033	11/3/21	19/3/21	258248.2 KM	10658.30 KM	Si			Si
Seguimiento	EL SODIO Y POTASIO ESTÁN ALTOS, REVISE NIVEL DE ACEITE Y ESTADO DEL SISTEMA DE ADMISIÓN PERIÓDICAMENTE. LOS DEMÁS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTE PERÍODO. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. TOME OTRA MUESTRA A LAS 50 HORAS DE USO DEL ACEITE.							
R440-48164-0041	6/6/18	13/6/18	199302 KM	8683 KM	Desconocido			
Normal	LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTA PRIMERA MUESTRA. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINUE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.							

Elementos de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mo	Ni	V	Ca	Mg	Zn	P	Ba
R440-51152-0048	1	12	1	6	0	0	8	5	2	0	0	0	4425	34	1347	1146	0
R440-51078-0033	1	7	0	5	0	1	3	27	60	13	0	0	3855	104	1216	1120	0
R440-48164-0041	1	6	0	3	0	0	2	4	1	0	2	0	3919	12	1198	1057	

Condición de aceite / Conteo Partículas	ST	OXI	NIT	SUL	W	A	F	V100
R440-51152-0048	63	7	5	18	N	N	N	14.249
R440-51078-0033	22	7	5	18	N	N	N	13.595
R440-48164-0041	26	8	5	20	N	N	N	13.658

Fuente: IASA laboratorio

En volqueta GSJ-4341 se realizó el mantenimiento de motor con 9242,3 km y 558 horas trabajadas, en la imagen 13 se muestra el análisis de aceite.

Imagen 13 Condición de Aceite y Motor GSJ-4341

IASA S.A.
Jessica Monar
AV. JUAN TANCA MARENGO KM. 4 1/2
GUAYAQUIL, GUAYA
FAX:
FONO: 4-5000297
TIPO DE MUESTRA : ACEITE

CLIENTE : PROGECON S.A.
NÚMERO DE EQUIPO: GSJ-4341
COMPONENTE : MOTOR
NÚMERO DE SERIE : GSJ-4341
MARCA : MAN
MODELO : MAN-03
LUGAR DE TRABAJO :
NÚMERO DE GARANTÍA EXTENDIDA :

ORDEN DE TRABAJO : J. MONAR
SERIE COMPONENTE :
MODELO DEL COMP. :
FABRICANTE DEL COMP. :
CONTROL LAB :
MARCA/GRADO ACEITE: 15W-40
TIPO DE FLUIDO :
FECHA DE TERMINO
NUMERO GARANTIA EXT :

IASA CAT
Av. Juan Tanca Marengo Km.3
Guayaquil, Ecuador
593-4-3731777, Ext. 1417
https://iasaglobal.com/

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO	HORAS ACEITE	¿CAMBIO ACEITE?	RELLENO	UNIDADES DEL RELLENO	¿CAMBIO F
R440-51117-0002	16/4/21	27/4/21	187797.8 HR	177955.5 HR	Si			Si

Normal — ES NECESARIO MÁS MUESTRAS PARA ESTABLECER EL HISTORIAL NORMAL DE DESGASTE. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. TOME OTRA MUESTRA A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.

Elementos de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mo	Ni	V	Ca	Mg	Zn	P	Ba
R440-51117-0002	1	6	0	1	0	0	1	7	2	1	0	0	4223	20	1339	1154	0

Condición de aceite / Conteo Partículas	ST	OXI	NIT	SUL	W	A	F	V100
R440-51117-0002	21	7	5	17	N	N	N	14.255

Fuente: IASA laboratorio

En volqueta GSJ-4131 se realizó el mantenimiento de motor con 10450,1 km y 688 horas trabajadas, el análisis se muestra en la imagen 14.

Imagen 14 Condición de Aceite y Motor GSJ-4131

IASA S.A.
Jessica Monar
AV. JUAN TANCA MARENGO KM. 4 1/2
GUAYAQUIL, GUAYA
FAX:
FONO: 4-5000297
TIPO DE MUESTRA : ACEITE

CLIENTE : PROGECON S.A.
NUMERO DE EQUIPO: GSJ-4131
COMPONENTE : MOTOR
NUMERO DE SERIE : 627437
MARCA : MAN
MODELO : 40400
LUGAR DE TRABAJO : TALLER
NUMERO DE GARANTIA EXTENDIDA :

ORDEN DE TRABAJO : J. MONAR
SERIE COMPONENTE :
MODELO DEL COMP. :
FABRICANTE DEL COMP. :
CONTROL LAB :
MARCA/GRADO ACEITE: 15W-40
TIPO DE FLUIDO :
FECHA DE TERMINO
NUMERO GARANTIA EXT :

IASA CAT
Av. Juan Tanca Marengo Km.3
Guayaquil, Ecuador
593-4-3731777, Ext. 1417
https://iasaglobal.com/

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO	HORAS ACEITE	¿CAMBIO ACEITE?	RELLENO	UNIDADES DEL RELLENO	¿CAMBIO F
R440-51179-0021	15/6/21	28/6/21	292698.5 KM	10450.1 KM	No			No
Normal — LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTA MUESTRA. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINUE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.								
R440-49165-0023	4/6/19	14/6/19	223452 KM	223452 KM	Si			Si
Normal — LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINUE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.								
R440-48134-0121	11/4/18	14/5/18	189602.9 KM	6378 KM	Desconocido			
Normal — LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINUE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.								
R440-48095-0123	22/3/18	5/4/18	0. KM	2000.0 KM	Desconocido			
Normal — LOS VALORES QUE NOS INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINÚE MUESTREANDO PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.								

Elementos de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mo	Ni	V	Ca	Mg	Zn	P	Ba
R440-51179-0021	3	7	1	0	0	0	0	4	0	336	1	0	1734	1034	1485	1398	0
R440-49165-0023	1	5	0	4	0	0	1	3	2	0	0	0	3724	12	1207	1047	
R440-48134-0121	0	7	0	2	0	0	2	4	2	0	0	0	3466	14	1479	1319	
R440-48095-0123	0	2	0	3	0	0	5	3	2	1	0	1	3078	5	1296	1229	

Condición de aceite / Conteo Partículas	ST	OXI	NIT	SUL	W	A	F	V100
R440-51179-0021	20	12	6	21	N	N	N	13.304

Fuente: IASA LABORATORIO

En volqueta GSJ-9366 se realizó el mantenimiento de motor con 14661 km y 730 horas trabajadas, el análisis se muestra en la imagen 15.

Imagen 15 Condición de Aceite y Motor GSJ-9366

IASA S.A.
Jessica Monar
AV. JUAN TANCA MARENGO KM. 4 1/2
GUAYAQUIL, GUAYA

FAX:
FONO: 4-5000297

TIPO DE MUESTRA : ACEITE

CLIENTE : PROGECON S.A.
NUMERO DE EQUIPO: DM627671
COMPONENTE : MOTOR
NUMERO DE SERIE : GSJ-9366
MARCA : MAN
MODELO : TGS40400BBS
LUGAR DE TRABAJO : MAR AZUL
NUMERO DE GARANTIA EXTENDIDA :

ORDEN DE TRABAJO : J. MONAR
SERIE COMPONENTE :
MODELO DEL COMP. :
FABRICANTE DEL COMP. :
CONTROL LAB :
MARCA/GRADO ACEITE: VALVOLINE/15W-40
TIPO DE FLUIDO :
FECHA DE TERMINO
NUMERO GARANTIA EXT :

IASA CAT

Av. Juan Tanca Marengo Km.3
Guayaquil, Ecuador
593-4-3731777, Ext. 1417

https://iasaglobal.com/

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HOROMETRO	HORAS ACEITE	¿CAMBIO ACEITE?	RELLENO	UNIDADES DEL RELLENO	¿CAMBIO FI
R440-51179-0022	16/6/21	28/6/21	22117 HR	730 HR	Si			Descono

Normal

ES NECESARIO MÁS MUESTRAS PARA ESTABLECER EL HISTORIAL NORMAL DE DESGASTE. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINÚE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.

Elementos de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mo	Ni	V	Ca	Mg	Zn	P	Ba
R440-51179-0022	1	9	0	1	0	0	1	10	0	2	2	0	4296	22	1369	1142	0

Condición de aceite / Contro Partículas	ST	OXI	NIT	SUL	W	A	F	V100
R440-51179-0022	21	8	6	19	N	N	N	14.63

Fuente: IASA LABORATORIO

Excavadoras

En excavadora pc160 se envió a realizar un análisis de aceite, con 288 horas de trabajo se tiene el resultado, en la imagen 16.

Imagen 16 Condición de Aceite y Motor PC160

Lubrisa Lubricantes Internacionales S.A. Laboratorio	PROGECON	Máquina:	EXCAVADORA
		Marca:	
		Serie:	C10100
		Modelo:	PC-160
		Lubricante:	15W40
		Marca del Lubricante:	

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA										
Numeración de muestra	4-21-T-903									
Fecha de Muestreo	2021-04-07									
Fecha de reporte	2021-04-14									
Equipo Hrs/ Km	13124									
Aceite Hrs/ Km	288									
										Rango
Viscosidad a 100ºC, cSt	14,02									
T.B.N. mgKOH/gr	8,70									
DEGRADACIÓN QUÍMICA										Límites Condenatorios
Hollín, wt%	0,15									2 wt%
Sulfatación, Abs/cm	12,6									32 Abs/cm
Nitración, Abs/cm	6,6									14 Abs/cm
Oxidación, Abs/cm	11,1									18 Abs/cm
Glycol, Abs/cm	0									2 Abs/cm
ELEMENTOS - PPM (mg/kg)										
Desgaste										Límites Condenatorios
Al (Aluminio)	3									Max. 20
Cr (Cromo)	0									Max. 20
Cu (Cobre)	1									Max. 45
Fe (Hierro)	7									Max. 125
Pb (Plomo)	1									Max. 40

Fuente: Lubrisa Laboratorio

En excavadora PC200 serie 355393 se envió a hacer un análisis de aceite, cuando han trabajado 335 horas, se tiene el siguiente resultado, en la imagen 17.

Imagen 17 Condición de Aceite y Motor PC200 393

IASA S.A.
Jessica Monar
AV. JUAN TANCA MARENGO KM. 4 1/2
GUAYAQUIL, GUAYA
FAX:
FONO: 4-5000297
TIPO DE MUESTRA : ACEITE

CLIENTE : PROGECON S.A.
NÚMERO DE EQUIPO: PC-200
COMPONENTE : MOTOR
NÚMERO DE SERIE : 355343
MARCA : KOMATSU
MODELO : PC200
LUGAR DE TRABAJO : CANTERA
NÚMERO DE GARANTÍA EXTENDIDA :

ORDEN DE TRABAJO : J. MONAR
SERIE COMPONENTE :
MODELO DEL COMP. :
FABRICANTE DEL COMP. :
CONTROL LAB :
MARCA/GRADO ACEITE: VALVOLINE/15W-40
TIPO DE FLUIDO : CI-4
FECHA DE TERMINO NUMERO GARANTIA EXT :

IASA CAT
Av. Juan Tanca Marengo Km.3
Guayaquil, Ecuador
593-4-3731777, Ext. 1417
https://iasaglobal.com/

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO	HORAS ACEITE	¿CAMBIO ACEITE?	RELLENO	UNIDADES DEL RELLENO	¿CAMBIO F
R440-51117-0001	14/4/21	27/4/21	17336 HR	17001 HR	Si			Si
Normal	LAS HORAS DE USO DEL ACEITE SON LAS CORRECTAS?. LOS VALORES QUE NOS INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINÚE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.							
R440-50357-0018	1/12/20	22/12/20	12109 HR	250 HR	Si			S
Seguimiento	EL HIERRO, ALUMINIO Y SILICIO ESTÁN FUERA DE PARÁMETROS NORMALES. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. REVISE EL SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE (FILTRO DE AIRE TAPADO, ABRAZADERAS DAÑADAS). TOME OTRA MUESTRA A MITAD DEL PERÍODO PARA VERIFICACIÓN.							
R440-50357-0017	1/12/20	22/12/20	12109 HR	250 HR	Si			S
Seguimiento	EL HIERRO, ALUMINIO Y SILICIO ESTÁN FUERA DE PARÁMETROS NORMALES. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. REVISE EL SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE (FILTRO DE AIRE TAPADO, ABRAZADERAS DAÑADAS). TOME OTRA MUESTRA A MITAD DEL PERÍODO PARA VERIFICACIÓN.							
R440-48214-0008	18/7/18	2/8/18	12041 HR	169 HR	Desconocido			
Normal	LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTA PRIMERA MUESTRA. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINUE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.							

Elementos de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mo	Ni	V	Ca	Mg	Zn	P	Ba
R440-51117-0001	1	15	1	1	0	0	2	6	1	1	0	0	4080	21	1303	1073	0
R440-50357-0018	3	36	2	16	3	1	17	3	1	13	0	0	2571	216	854	705	
R440-50357-0017	3	35	2	16	3	0	17	3	1	13	0	0	2596	214	850	703	
R440-48214-0008	1	11	0	3	0	0	1	3	1	2	1	0	3443	12	1178	998	

Condición de aceite / Conteo Partículas	ST	OXI	NIT	SUL	W	A	F	V100
R440-51117-0001	9	8	5	17	N	N	N	14.588

Fuente: IASA Laboratorio

En excavadora PC350 serie 643 se envió a hacer un análisis de aceite, cuando han trabajado 375 horas, se tiene el resultado, en la imagen 18.

Imagen 18 Condición de Aceite y Motor PC350 643

IASA S.A.
Jessica Monar
AV. JUAN TANCA MARENGO KM. 4 1/2
GUAYAQUIL, GUAYA

FAX:
FONO: 4-5000297

TIPO DE MUESTRA : ACEITE

CLIENTE : PROGECON S.A.
NUMERO DE EQUIPO: A10643
COMPONENTE : MOTOR
NUMERO DE SERIE : 10643_R440
MARCA : KOMATSU
MODELO : 350LC
LUGAR DE TRABAJO : TALLER
NUMERO DE GARANTIA EXTENDIDA :

ORDEN DE TRABAJO : J. MONAR
SERIE COMPONENTE :
MODELO DEL COMP. :
FABRICANTE DEL COMP. :
CONTROL LAB :
MARCA/GRADO ACEITE: VALVOLINE/15W-40
TIPO DE FLUIDO :
FECHA DE TERMINO
NUMERO GARANTIA EXT :

IASA CAT

Av. Juan Tanca Marengo Km.3
Guayaquil, Ecuador
593-4-3731777, Ext. 1417

https://iasaglobal.com/

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO	HORAS ACEITE	¿CAMBIO ACEITE?	RELLENO	UNIDADES DEL RELLENO	¿CAMBIO F
R440-51179-0023	21/6/21	28/6/21	17317 HR	375 HR	Sí			Descon
Seguimiento	LA SULFATACIÓN Y EL HOLLIN ESTÁN FUERA DE PARÁMETROS EN ESTA MUESTRA. EL HIERRO ESTÁ ALTO. LA VISCOSIDAD ESTÁ DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. ESTO NORMALMENTE SE PRESENTA CUANDO EL MOTOR TRABAJA MUCHO TIEMPO EN RALENTÍ, SIN EMBARGO PUEDE REVISAR EL SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE (FILTRO DE AIRE TAPADO) Y LA TEMPERATURA DE OPERACIÓN DEL MOTOR. TOME OTRA MUESTRA DESPUÉS DE 100 HORAS DE USO DEL ACEITE PARA OBSERVACIÓN.							
R440-47191-0107	7/7/17	10/7/17	10192 HR	240 HR	Desconocido			
Normal	LOS VALORES QUE NOS INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTA MUESTRA. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINÚE MUESTREANDO PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.							
R440-47158-0051	5/6/17	7/6/17	9934 HR	210 HR	No			Descon
Seguimiento	LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN NORMALES, EL HOLLÍN ESTA ALTO, PUEDE INCREMENTAR EL DESGASTE. EL HOLLÍN ALTO INDICA UN PROBLEMA EN LA COMBUSTION O DE SOBRECARGA, COMO PRIMER PASO REVISE EL SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE (FILTRO DE AIRE OBSTRUIDO). SE RECOMIENDA CAMBIAR EL ACEITE Y LOS FILTROS DE ACEITE. CORTE E INSPECCIONE EL (LOS) FILTRO(S) DE ACEITE EN BUSCA DE PARTÍCULAS VISIBLES. TOME UNA MUESTRA DESPUÉS DE 60 HORAS DEL CAMBIO PARA OBSERVACIÓN.							
R440-46236-0039	22/8/16	23/8/16	8275 HR	255 HR	No			No
Normal	LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINUE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.							

Elementos de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mo	Ni	V	Ca	Mg	Zn	P	Ba
R440-51179-0023	7	50	1	6	8	0	9	11	1	0	2	0	5194	19	1600	1278	0
R440-47191-0107	1	11	1	4	2	0	2	7	2	0	0	0	3890	16	1035	851	
R440-47158-0051	2	27	1	6	1	1	8	10	1	0	1	1	4704	17	1509	1224	
R440-46236-0039	1	11	1	3	3	0	2	5	2	0	0	0	3901	12	1169	949	

Condición de aceite / Conteo Partículas	ST	OXI	NIT	SUL	W	A	F	V100
R440-51179-0023	79	20	13	31	N	N	N	15.605

Fuente: IASA Laboratorio

Retroexcavadoras

JOHN DEERE 310SJ 214670

En retroexcavadora 310sj 214670 se realizó el mantenimiento con 373 horas, el análisis de aceite se muestra en imagen 19.

Imagen 19. Condición de Aceite y Motor 310sj 4670

IASA S.A.
Jessica Monar
AV. JUAN TANCA MARENGO KM. 4 1/2
GUAYAQUIL, GUAYA

FAX:
FONO: 4-5000297

TIPO DE MUESTRA : ACEITE

CLIENTE : PROGECON S.A.
NUMERO DE EQUIPO: 3105J
COMPONENTE : MOTOR
NUMERO DE SERIE : 214670
MARCA : JOHN DEERE
MODELO : 3105J
LUGAR DE TRABAJO : TALLER
NUMERO DE GARANTIA EXTENDIDA :

ORDEN DE TRABAJO : J. MONAR
SERIE COMPONENTE :
MODELO DEL COMP. :
FABRICANTE DEL COMP. :
CONTROL LAB :
MARCA/GRADO ACEITE: VALVOLINE/15W-40
TIPO DE FLUIDO :
FECHA DE TERMINO
NUMERO GARANTIA EXT :

IASA CAT

Av. Juan Tanca Marengo Km.3
Guayaquil, Ecuador
593-4-3731777, Ext. 1417

https://iasaglobal.com/

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO	HORAS ACEITE	¿CAMBIO ACEITE?	RELLENO	UNIDADES DEL RELLENO	¿CAMBIO FI
R440-51179-0019	21/6/21	28/6/21	11974.1 HR	373 HR	Sí			Descono
Normal — LOS VALORES QUE NOS INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. REVISE EL SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE PERIODICAMENTE. TOME OTRA MUESTRA DESPUÉS DE 250 HORAS DE USO DEL ACEITE PARA OBSERVACIÓN.								
R440-51078-0019	17/3/21	19/3/21	11333.4 HR	276.10 HR	No			No
Normal — LOS VALORES QUE NOS INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTE PERÍODO. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINÚE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.								
R440-48101-0021	6/4/18	11/4/18	5290 HR	21 HR	Desconocido			
Normal — LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTA PRIMERA MUESTRA CON CORTO PERIODO. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINUE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.								

Elementos de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mo	Ni	V	Ca	Mg	Zn	P	Ba
R440-51179-0019	1	40	0	2	0	0	3	4	1	1	1	0	4319	15	1367	1123	0
R440-51078-0019	0	17	0	5	2	0	4	7	2	3	0	0	4218	27	1299	1175	0
R440-48101-0021	0	11	1	4	0	1	3	4	1	0	1	0	3712	37	1185	1017	

Condición de aceite / Contes Partículas	ST	OXI	NIT	SUL	W	A	F	V100
R440-51179-0019	12	9	6	19	N	N	N	14.713

Fuente: IASA Laboratorio

CATERPILLAR 416E 1862

En retroexcavadora Caterpillar 416E 1862 se realizó el mantenimiento con 346 horas el análisis de aceite como se muestra en la imagen 20.

Imagen 20 Condición de Aceite y Motor Cat 416E 1862

IASA S.A.
Jessica Monar
AV. JUAN TANCA MARENGO KM. 4 1/2
GUAYAQUIL, GUAYA

FAX:
FONO: 4-5000297

TIPO DE MUESTRA : ACEITE

CLIENTE : PROGECON S.A.
NÚMERO DE EQUIPO: GALLINETA_CAT
COMPONENTE : MOTOR
NÚMERO DE SERIE : GALLINETA_CASC
MARCA : CATERPILLAR
MODELO : CAT
LUGAR DE TRABAJO :
NÚMERO DE GARANTÍA EXTENDIDA :

ORDEN DE TRABAJO : J. MONAR
SERIE COMPONENTE :
MODELO DEL COMP. :
FABRICANTE DEL COMP. :
CONTROL LAB : 01862
MARCA/GRADO ACEITE: VALVOLINE/15W-40
TIPO DE FLUIDO :
FECHA DE TERMINO
NUMERO GARANTIA EXT :

IASA

Av. Juan Tanca Marengo
Guayaquil, Ecuador
593-4-3731777, Ext. 1417

https://iasaglobal.com/

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO	HORAS ACEITE	¿CAMBIO ACEITE?	RELLENO	UNIDADES DEL
R440-51085-0039	18/3/21	26/3/21	16421 HR	946.00 HR	No		
Normal	LAS HORAS DE USO DEL ACEITE SON LAS CORRECTAS?. LOS VALORES QUE NOS INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. REVISE EL SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE PERIODICAMENTE. RECUERDE REALIZAR EL CAMBIO DE ACEITE A LAS HORAS QUE INDICA EL MANUAL DE MANTENIMIENTO DE SU EQUIPO, YA QUE PROLONGAR EL USO DEL ACEITE PUEDE AFECTAR EL DESGASTE. CONTINÚE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.						
R440-49165-0022	4/6/19	14/6/19	11167 HR	11167 HR	Si		
Normal	LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTA PRIMERA MUESTRA. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINUE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.						

Elementos de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mo	Ni	V	Ca	Mg	Zn	P	Ba
R440-51085-0039	3	29	1	8	1	0	14	8	1	3	1	0	4355	24	1434	1196	0
R440-49165-0022	2	16	2	4	1	1	7	5	2	1	0	0	3379	16	979	841	

Condición de aceite / Conteo Partículas	ST	OXI	NIT	SUL	W	A	F	V100
R440-51085-0039	49	8	5	18	N	N	N	15.138
R440-49165-0022	44	8	6	20	N	N	N	14.84

Fuente: IASA Laboratorio

CATERPILLAR 416E 1865

En retroexcavadora Caterpillar 416E 1865 se realizó el mantenimiento con 368 horas, el análisis de aceite se muestra en la imagen 21

Imagen 21 Condición de Aceite y Motor Cat 416E 1865

IASA S.A.
Jessica Monar
AV. JUAN TANCA MARENGO KM. 4 1/2
GUAYAQUIL, GUAYA

FAX:
FONO: 4-5000297

TIPO DE MUESTRA : ACEITE

CLIENTE : PROGECON S.A.
NÚMERO DE EQUIPO: LMS01865
COMPONENTE : MOTOR
NÚMERO DE SERIE : LMS01865
MARCA : CATERPILLAR
MODELO : 416E
LUGAR DE TRABAJO : CANTERA
NÚMERO DE GARANTÍA EXTENDIDA :

ORDEN DE TRABAJO : J. MONAR
SERIE COMPONENTE :
MODELO DEL COMP. :
FABRICANTE DEL COMP. :
CONTROL LAB :
MARCA/GRADO ACEITE: VALVOLINE/15W-40
TIPO DE FLUIDO : CI-4
FECHA DE TERMINO NUMERO GARANTIA EXT :

IASA

Av. Juan Tanca Marengo K
Guayaquil, Ecuador
593-4-3731777, Ext. 1417

https://iasaglobal.com/

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO	HORAS ACEITE	¿CAMBIO ACEITE?	RELLENO	UNIDADES DEL R
R440-51078-0024	17/3/21	19/3/21	16421 HR	89.70 HR	No		
Normal	LOS VALORES QUE NOS INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTE PERÍODO. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINÚE MUESTREANDO PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.						
R440-47151-0003	29/5/17	31/5/17	8846.5 HR	250 HR	Si		
Normal	LOS VALORES QUE NOS INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTA MUESTRA. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINÚE MUESTREANDO PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.						
R440-46306-0078	27/10/16	1/11/16	7230 HR	200 HR	No		
Normal	LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINUE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.						
R440-46278-0056	3/10/16	4/10/16	7007 HR	315 HR	No		
Normal	LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINUE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.						

Elementos de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mo	Ni	V	Ca	Mg	Zn	P	Ba
R440-51078-0024	1	10	0	5	0	1	7	8	2	4	1	0	4193	34	1312	1222	0
R440-47151-0003	0	7	0	3	0	0	4	4	1	1	1	0	3884	13	1147	970	
R440-46306-0078	0	10	0	3	4	0	3	10	0	1	0	0	4151	14	1248	1045	
R440-46278-0056	1	19	0	2	5	0	0	8	4	2	1	0	4160	13	1217	981	

Condición de aceite / Conteo Partículas	ST	OXI	NIT	SUL	W	A	F	V100
R440-51078-0024	7	7	4	16	N	N	N	14.347

Fuente: IASA Laboratorio

John Deere 310K

En retroexcavadora John Deere 310k se realizó el mantenimiento con 391 horas, el análisis de aceite se muestra en la imagen 22.

Imagen 22. Condición de Aceite y Motor 310k

IASA S.A.
Jessica Monar
AV. JUAN TANCA MARENGO KM. 4 1/2
GUAYAQUIL, GUAYA
FAX:
FONO: 4-5000297
TIPO DE MUESTRA : ACEITE

CLIENTE : PROGECON S.A.
NÚMERO DE EQUIPO: 310K
COMPONENTE : MOTOR
NÚMERO DE SERIE : CC222597
MARCA : JOHN DEERE
MODELO : JOHNDEERE_DEERE
LUGAR DE TRABAJO : CANTERA
NÚMERO DE GARANTÍA EXTENDIDA :

ORDEN DE TRABAJO : J. MONAR
SERIE COMPONENTE :
MODELO DEL COMP. :
FABRICANTE DEL COMP. :
CONTROL LAB :
MARCA/GRADO ACEITE: VALVOLINE/15W-40
TIPO DE FLUIDO : CI-4
FECHA DE TERMINO NUMERO GARANTIA EXT :

IASA CAT
Av. Juan Tanca Marengo Km.3
Guayaquil, Ecuador
593-4-3731777, Ext. 1417
https://iasaglobal.com/

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO	HORAS ACEITE	¿CAMBIO ACEITE?	RELLENO	UNIDADES DEL RELLENO	¿CAMBIO F
R440-51173-0057	11/6/21	22/6/21	14841.1 HR	391 HR	Desconocido			Descon
Normal	LOS VALORES QUE NOS INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. RECUERDE REALIZAR EL CAMBIO DE ACEITE A LAS HORAS QUE INDICA SU MANUAL DE MANTENIMIENTO. CONTINÚE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.							
R440-47123-0083	2/5/17	3/5/17	7144.6 HR	62 HR	Desconocido			
Normal	LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTA PRIMERA MUESTRA CON CORTO PERIODO. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINUE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.							

Elementos de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mo	Ni	V	Ca	Mg	Zn	P	Ba
R440-51173-0057	1	36	1	2	3	0	0	7	0	2	2	0	3630	23	1316	1117	0
R440-47123-0083	0	6	0	3	0	0	3	4	1	0	0	0	3751	14	1150	984	

Condición de aceite / Conteo Partículas	ST	OXI	NIT	SUL	W	A	F	V100
R440-51173-0057	16	10	7	20	N	N	N	14.574

Fuente: IASA Laboratorio

Cargadoras

KOMATSU WA-430-6

En cargadora 430 se realizó el mantenimiento con 338 horas, el análisis de aceite se muestra en la imagen 23.

Imagen 23. Condición de Aceite y Motor Cargadora WA-430-6

IASA S.A.
Jessica Monar
AV. JUAN TANCA MARENGO KM. 4 1/2
GUAYAQUIL, GUAYA
FAX:
FONO: 4-5000297
TIPO DE MUESTRA : ACEITE

CLIENTE : PROGECON S.A.
NÚMERO DE EQUIPO: WA-930-6
COMPONENTE : MOTOR
NÚMERO DE SERIE : 65790
MARCA : KOMATSU
MODELO : 430_6
LUGAR DE TRABAJO : CANTERA
NÚMERO DE GARANTÍA EXTENDIDA :

ORDEN DE TRABAJO : J. MONAR
SERIE COMPONENTE :
MODELO DEL COMP. :
FABRICANTE DEL COMP. :
CONTROL LAB :
MARCA/GRADO ACEITE: VALVOLINE/15W-40
TIPO DE FLUIDO : CI-4
FECHA DE TERMINO NUMERO GARANTIA EXT :

IASA
Av. Juan Tanca Marengo
Guayaquil, Ecuador
593-4-3731777, Ext. 1417
https://iasaglobal.com/

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO	HORAS ACEITE	¿CAMBIO ACEITE?	RELLENO	UNIDADES DEL
R440-51085-0030	18/3/21	26/3/21	15803.40 HR	338.30 HR	No		
Normal	LOS VALORES QUE NOS INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTA MUESTRA. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINÚE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.						
R440-48095-0125	22/3/18	5/4/18	9482.6 HR	282.8 HR	Desconocido		
Seguimiento	LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTA MUESTRA. EL HOLLÍN CONTINUA ALTO, LO QUE NOS INDICA UN PROBLEMA EN LA COMBUSTIÓN O SOBRECARGA Y PUEDE CAUSAR FALLAS MAYORES, REVISÓ EL AJUSTE DEL SISTEMA DE INYECCIÓN?. CAMBIE EL ACEITE DEL MOTOR Y TOME OTRA MUESTRA DESPUÉS DE 120 HORAS DEL CAMBIO DE ACEITE PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.						
R440-47191-0102	7/7/17	10/7/17	7570.4 HR	191.7 HR	Desconocido		
Seguimiento	LOS VALORES QUE NOS INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES. EL HOLLÍN CONTINUA ALTO, LO QUE NOS INDICA UN PROBLEMA EN LA COMBUSTIÓN O SOBRECARGA Y PUEDE CAUSAR FALLAS MAYORES, SI YA REVISÓ EL SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE Y TOMÓ LOS CORRECTIVOS NECESARIOS, ENTONCES REVISE EL AJUSTE DEL SISTEMA DE INYECCIÓN. CAMBIE EL ACEITE DEL MOTOR Y TOME OTRA MUESTRA DESPUÉS DE 120 HORAS DEL CAMBIO DE ACEITE PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.						
R440-47151-0007	29/5/17	31/5/17	7246.9 HR	120 HR	No		
Seguimiento	LOS VALORES QUE NOS INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTA MUESTRA. EL HOLLÍN CONTINUA ALTO, ESTO PUEDE AFECTAR EL DESGASTE. EL HOLLÍN ALTO NOS INDICA UN PROBLEMA EN LA COMBUSTIÓN O DE SOBRECARGA, REVISÓ EL SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE (FILTRO DE AIRE TAPADO)?. CAMBIE EL ACEITE DEL MOTOR Y TOME OTRA MUESTRA DESPUÉS DE 120 HORAS DEL CAMBIO DE ACEITE PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.						

Elementos de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mo	Ni	V	Ca	Mg	Zn	P	Ba
R440-51085-0030	1	15	0	4	0	0	2	9	2	1	0	0	4662	23	1487	1231	0
R440-48095-0125	1	14	1	4	0	0	3	7	2	1	1	0	4078	13	1143	1030	
R440-47191-0102	0	9	1	4	0	2	2	7	1	0	1	0	3676	13	1058	895	
R440-47151-0007	1	9	0	3	0	0	3	7	1	0	0	0	3631	11	1139	953	

Condición de aceite / Conteo Partículas	ST	OXI	NIT	SUL	W	A	F	V100
R440-51085-0030	31	12	8	21	N	N	N	14.453

Fuente: IASA Laboratorio

CAPITULO 4

4.1 RESULTADOS

Con los análisis de aceite realizados, se puede establecer en horas de trabajo, la cantidad de tiempo de uso de los componentes internos de motor así conocer si se mantienen un desgaste acorde dentro de los parámetros normales, además se pudo evidenciar que el aceite mantiene su tiempo de vida útil vigente.

En el caso de volquetas la empresa establecía que se debía realizar los mantenimientos cada 10 000 kilómetros, pero se aprecia que el indicador más importante son las horas de trabajo, ya que al ser diferentes actividades que se desarrollan, recorridos distintos, las horas de trabajo por jornadas son factores que ocasionan que varíen los tiempos de trabajo de las volquetas, pero tanto el historial de promedio de horas de trabajo en los años 2019 y 2020 (antes del proyecto), como las horas a las que se enviaron las muestras de aceite actuales (después del proyecto), se obtenía que las volquetas para llegar a los 10 000 km variaban la cantidad de horas entre 550-750 horas.

Luego de ver los resultados de análisis de aceite, se estandariza que los mantenimientos se basarán en horas trabajadas, con un máximo de 700 horas de trabajo. El fabricante recomienda 500 horas, pero se puede constatar con este estudio que 700 horas de trabajo es acorde al modelo de volqueta, sin comprometer los componentes internos del motor.

Como se tiene tres grupos de volquetas, ahora los mantenimientos se pueden establecer por horas trabajadas, es común ver que el grupo de volquetas con recorridos más extensos son las que trabajan en carretera Inter cantonales por lo tanto presentarán una cantidad mayor en su registro de kilómetros entre cada mantenimiento si los comparamos con el grupo de volquetas que trabajan dentro de la ciudad y tiene recorridos menos extensos. En el caso del grupo de volquetas que trabajan dentro del campamento matriz tienen recorridos mínimo. La tabla 22 muestra el cálculo relacionando kilómetros sobre horas de las volquetas analizadas, evidenciándose que lo más correcto es basarse en horas de trabajo, dejando el kilometraje como una medida poco confiable.

Tabla Nª 22. Resultado análisis de volquetas

VOLQUETAS	ANTES DEL ANALISIS			DESPUES DEL ANALISIS		
PLACA	KM	HORAS	KM/H	KM	HORAS	KM/H
GSJ-9366	11058	675	16,38	14661	730	20,08
GSD-2701	6775	635	10,67	10800	652	16,56
GSJ-4326	10692	697	15,34	11975	701	17,08
GSD-3158	10913	865	12,62	8315	659	12,62
GSJ-4131	9345	736	12,70	10450	688	15,19
GSJ-4341	10315	776	13,29	9242	558	16,56
GSJ-9378	16139	520	31,04	12215	412	29,65
GSJ-9371	10906	347	31,43	11175,8	669	16,71
GSH-6896	1125	534	2,11	889	500	1,78
GSH-6819	1314	618	2,13	316	170	1,86

Fuente: Progecon S.A

Autor: Juan Pablo Samaniego

Los resultados obtenidos por cada uno de los equipos son los siguientes:

GSJ-9366

La volqueta GSJ-9366 realizó el mantenimiento de motor con 14661km y 730 horas trabajadas, en la imagen 15 indica que todos los elementos están dentro de los parámetros normales, y la condición del aceite continúa estando en un estado adecuado para seguir trabajando.

GSD-2701

Se realiza el mantenimiento de motor en el mes de marzo con 10658,3 km y 863 horas trabajadas, en la imagen 11 se observa que los elementos como sodio y potasio están altos, los demás niveles de elementos dentro del motor se encuentran en los parámetros normales, por lo que se concluye que para esta volqueta el aceite podía seguir trabajando durante muchas horas más, pero el nivel alto de sodio y potasio indica que el vehicula está trabajando en un ambiente lluvioso o de mucha humedad, pero esto no pone en riesgo los componentes internos del motor, el laboratorio recomienda realizar otro análisis de aceite, para observar el comportamiento de los niveles de elementos dentro del motor, y al realizar el nuevo análisis en el mes de Mayo, cuando la volqueta ha trabajado 652 horas y recorrido 10800,6 km tenemos que

en la imagen 12 nos indica que todos los elementos incluido el sodio y potasio están dentro de los parámetros normales, y la condición del aceite continua estando en un estado adecuado para seguir trabajando.

GSJ-4326

La volqueta GSJ-4326 se realizó el mantenimiento de motor con 10330 km y 633 horas trabajadas, en la imagen 9 se observa que los elementos como sodio y potasio están altos, los demás niveles de elementos dentro del motor se encuentran en los parámetros normales, por lo que se concluye que para esta volqueta el aceite podía seguir trabajando durante muchas horas más, pero el nivel alto de sodio y potasio indica que el vehicula está trabajando en un ambiente lluvioso o de mucha humedad, pero esto no pone en riesgo los componentes internos del motor, el laboratorio recomienda realizar otro análisis de aceite, para observar el comportamiento de los niveles de elementos dentro del motor, y al realizar el nuevo análisis en el mes de Junio, cuando la volqueta ha trabajado 701 horas y recorrido 11975,4 km tenemos que en la imagen 10 indica que todos los elementos incluido el sodio y potasio están dentro de los parámetros normales, y la condición del aceite continua estando en un estado adecuado para seguir trabajando.

GSD-3158

La volqueta GSD-3158 realizó el mantenimiento de motor con 8315 km y 659 horas trabajadas, en la imagen 8 indica que todos los elementos están dentro de los parámetros normales, y la condición del aceite continúa estando en un estado adecuado para seguir trabajando.

GSJ-4131

La volqueta GSJ-4131 se realiza el mantenimiento de motor con 10450 km y 668 horas trabajadas, en la imagen 14 indica que todos los elementos están dentro de los parámetros normales, y la condición del aceite continúa estando en un estado adecuado para seguir trabajando.

GSJ-4341

La volqueta GSJ-4341 se realiza el mantenimiento de motor con 9242,3 km y 558 horas trabajadas, en la imagen 13 indica que todos los elementos están dentro de los parámetros normales, y la condición del aceite continúa estando en un estado adecuado para seguir trabajando.

GSJ-9371

Realizó mantenimiento el 20 de abril del 2021 el cual contaba con 11175,8 km recorridos y 669 horas trabajadas, se envía a analizar muestra de aceite, y en la imagen 6 indica que todos los elementos están dentro de los parámetros normales, y la condición del aceite continúa estando en un estado adecuado para seguir trabajando.

GSJ-9378

En volqueta GSJ-9378 se realizó mantenimiento el 8 de abril del 2021 el cual contaba con 12215,2 km recorridos y 412 horas trabajadas, se envió a analizar muestra de aceite, en la imagen 7 indica que todos los elementos están dentro de los parámetros normales, y la condición del aceite continúa estando en un estado adecuado para seguir trabajando.

GSH-6819

la volqueta GSH-6819 se realiza mantenimiento en el mes de marzo con un kilometraje de 627,9 km y 331 horas trabajadas se envía una muestra a laboratorio y se observa en la imagen 2 que elementos como cobre, hierro, plomo, aluminio, silicio, sodio y potasio tiene valores muy altos, el laboratorio recomienda realizar otro análisis de aceite, con el aceite nuevo para verificar si el motor se mantiene con niveles altos de los elementos, antes mencionados. Se realizó otro análisis de aceite, cuando la volqueta tenía trabajado apenas 74 horas, con la intención de identificar si con el cambio de aceite que se realizó en marzo, el motor bajo considerablemente sus elementos. Los resultados de la Imagen 3 nos indican que existe un descenso en los elementos, y elementos como hierro, aluminio, silicio, plomo se encuentran ahora dentro de los

parámetros permitidos, pero elementos como cobre, sodio y potasio continúan teniendo unos valores por encima de lo permitido, el laboratorio sugiere que pueden ser restos del aceite anterior que mantiene un poco contaminado el sistema, la volqueta continuaría trabajando hasta transcurrir un total de 320 horas, y se realiza una limpieza del sistema de motor con un aditivo de limpieza, después de esto se realiza un cambio de aceite en el mes de Mayo y cuando transcurrió 170 horas de trabajo se envió a realizar un tercer análisis de aceite y la imagen 4 nos indica que todos los elementos se encuentran ya dentro de los parámetros normales, el hacer el seguimiento de análisis junto al aplicar un sistema de limpieza nos permitió salir de la contaminación que tenía.

GSH-6896

En volqueta GSH-6896 se realizó el cambio de aceite de motor con 889,2 km y 500 horas trabajadas y se envía a hacer un análisis de aceite, en la imagen 5 se observa que los valores de desgate interno se encuentran dentro de los parámetros normales.

MAQUINARIA

Tabla Nª 23. Resultado Análisis de maquinarias.

MAQUINARIA	ANTES DEL ANALISIS	DESPUES DEL ANALISIS
MODELO	HORAS	HORAS
PC 160	285	288
PC200 393	321	335
PC350 643	322	375
CAT 416E 1865	319	368
310SJ 4670	394	373
CAT 416E 1862	310	346
310 K	360	391
430 W-6	285	338

Fuente: Progecon S.A

Autor: Juan Pablo Samaniego

En el caso de los grupos de maquinarias: excavadoras, retroexcavadoras y cargadoras la política de cambio era de 250-300 horas, pero debido a que no existía un riguroso control, en varias ocasiones sobre pasaban las 300 horas, tal como se muestra la tabla

de resultados de maquinaria, que pertenece al historial de mantenimientos reflejadas en las tablas 13, 17 y 21 del Capítulo 3.

Se evidencia que si bien no existía una coordinación tan rigurosa en la programación de mantenimientos ya que se tienen registros que se han realizado mantenimientos en rangos de 250-280 horas, y en otras ocasiones rangos de 300-350 horas, se tendería a pensar que las maquinarias que superaron las 300 horas de trabajo estarían afectándose, sin embargo como se ha comprobado en este estudio, ahora se puede tener un criterio de análisis de aceite por laboratorio, el cual muestra En los análisis de aceite de maquinaria también se sobrepasó de las 300 horas de trabajo, y los resultados de análisis de aceite indican que el aceite aún mantiene sus propiedades para seguir siendo útil y los componentes de motor tiene desgastes normales. Por lo que se estandariza los cambios de aceite a las 350 horas, con esto se lograra que el aceite tenga un mayor aprovechamiento de horas de trabajo.

PC 160

En excavadora PC160 se envió a hacer un análisis de aceite, con 288 horas de trabajo se tiene el resultado, en la imagen 16 se observa que el aceite no contiene una cantidad de elementos altos, por lo que se determina que el desgaste está dentro de los parámetros normales y los componentes internos del motor están en buenas condiciones.

PC200 393

En excavadora PC200 serie 355393 se envió a hacer un análisis de aceite, cuando han trabajado 335 horas, se tiene el siguiente resultado, en la imagen 17 se indica que las condiciones del aceite aún son adecuadas para su funcionamiento, También se observa que el aceite no contiene una cantidad de elementos altos, por lo que se determina que los componentes internos del motor están en buenas condiciones.

PC350 643

En excavadora PC350 serie 643 se envió hacer análisis de aceite con 375 horas, se tiene el siguiente resultado, en la imagen 18 indica que el aceite se encuentra dentro

de su rango permitido, y de los elementos de desgaste internos del motor tenemos que el hierro esta fuera de los parámetros, posiblemente esto se debe a que dicha excavadora se encontraba trabajando con problemas en el radiador, durante 15 días, y el aumento de temperatura provoco este desgaste de hierro.
También el laboratorio sugiere que el filtro de aire se lo debería cambiar porque este ocasiona que se produzca el Hollín, porque al trabajar con un filtro de aire deteriorado también aumenta la temperatura, entonces se realizan dos correcciones el radiador se repara, y el filtro de aire se cambia y con esto se logra que el motor trabaje con la temperatura adecuada.

CAT 416E 1865

En retroexcavadora Caterpillar 416E 1865 se realizó el mantenimiento con 368 horas, el análisis de aceite de la imagen 21 muestra que el aceite se encuentra dentro de su rango permitido y que el desgaste interno del motor tiene un desgaste normal, por lo que se evidencia por este análisis y su historial que 368 horas de uso de aceite no es el límite y se puede extender a más horas de trabajo. Sin embargo, la medida apropiada será en 350 horas.

310SJ 4670

En retroexcavadora John Deere 310sj 214670 se realizó el mantenimiento con 276 horas, el análisis de aceite la imagen 19 indica que el aceite se encuentra dentro de su rango permitido y que el desgaste interno del motor tiene un desgaste normal, por lo que se evidencia por este análisis y su historial que 276 horas de uso de aceite no es el límite y se puede extender a más horas de trabajo.

CAT 416E 1862

En retroexcavadora Caterpillar 416E 1862 se realizó el mantenimiento con 346 horas, el análisis de aceite de la imagen 20 indica que el aceite se encuentra dentro de su rango permitido y que el desgaste interno del motor tiene un desgaste normal, por lo que se evidencia por este análisis y su historial que 346 horas de uso de aceite no es el

límite y se puede extender a más horas de trabajo, sin embargo, al rondar las 350 horas no se recomienda postergar más horas para el cambio de aceite.

Jonh Deere 310k

En retroexcavadora Jonh Deere 310k se realizó el mantenimiento con 391 horas, el análisis de aceite de la imagen 22 nos indica que el aceite se encuentra dentro de su rango permitido y que el desgaste interno del motor tiene un desgaste normal, por lo que se evidencia por este análisis y su historial que 391 horas de uso de aceite no es el límite y se puede extender a más horas de trabajo, sin embargo, al superar las 350 horas no se recomienda postergar más horas para el cambio de aceite.

KOMATSU WA-430-6

En cargadora 430 se realizó el mantenimiento con 338 horas, el análisis de aceite de la imagen 23 indica que el aceite se encuentra dentro de su rango permitido y que el desgaste interno del motor tiene un desgaste normal, por lo que se evidencia por este análisis y su historial que 338 horas de uso de aceite no es el límite y se puede extender a más horas de trabajo. Pero se sugiere realizar el mantenimiento a las 350 horas, para tener una cantidad en horas más prudentes.

4.1.1 Herramientas de Control

La razón principal por la que existían muchas variaciones de rangos de hora al hacer mantenimientos de cambio de aceite de motor, se debía a que la empresa al tener varios frentes de trabajo, varias máquinas y volquetas estaban dispersas y alejadas del campamento matriz; por lo cual el gestionar la compra de materiales y programar el mantenimiento, se realizaba mediante un seguimiento de los horómetros cada semana. Por lo tanto, se establece como necesario la implementar un checklist, para verificar que los componentes de la maquinaria o volqueta estén en buenas condiciones, también registrando el horómetro actual de las máquinas.

Se establecerá un responsable de recoger las hojas de checklist, de las máquinas las cuales deberán ser entregadas al finalizar la tarde en la oficina de bodega, permitiendo así que la información de las horas trabajadas llegue todos los días, dando como resultado un mayor control en la programación de mantenimiento de las maquinarias y volquetas. Adicional se llenará una orden de trabajo por parte del técnico responsable de realizar el mantenimiento, lo cual servirá como documento oficial que respalde la realización del mantenimiento, documento que no se utilizaba.

Análisis de aceite

El laboratorio en su análisis de aceite muestra un cuadro de elementos de desgaste, otorgando un enunciado del detalla de los elementos que estén fuera de los parámetros normales, permitiendo conocer de algún problema existente, y buscar la manera de corregir para que los elementos vuelvan a tener valores normales.

Ejemplo de resultados de análisis

IASA S.A.
Jessica Monar
AV. JUAN TANCA MARENGO KM. 4 1/2
GUAYAQUIL, GUAYA
FAX:
FONO: 4-5000297
TIPO DE MUESTRA : ACEITE

CLIENTE : PROGECON S.A.
NÚMERO DE EQUIPO: GSD-3158
COMPONENTE : MOTOR
NÚMERO DE SERIE : 585035
MARCA : MAN
MODELO : 40400
LUGAR DE TRABAJO : TALLER
NÚMERO DE GARANTÍA EXTENDIDA :

ORDEN DE TRABAJO : J. MONAR
SERIE COMPONENTE :
MODELO DEL COMP. :
FABRICANTE DEL COMP. :
CONTROL LAB :
MARCA/GRADO ACEITE: VALVOLINE/15W-40
TIPO DE FLUIDO :
FECHA DE TERMINO
NUMERO GARANTIA EXT :

IASA
Av. Juan Tanca Marengo
Guayaquil, Ecuador
593-4-3731777, Ext. 1417
https://iasaglobal.com/

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO	HORAS ACEITE	¿CAMBIO ACEITE?	RELLENO	UNIDADES DEL
R440-51078-0031	16/3/21	19/3/21	251048.10 KM	8315.0 KM	Si		
Normal	LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTE PERÍODO. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINÚE MUESTREANDO PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.						
R440-48199-0073	2/7/18	18/7/18	155742.1 KM	10192 KM	Desconocido		
Normal	LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINUE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.						
R440-46231-0029	17/8/16	18/8/16	133610 KM	5392 KM	No		
Normal	LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTA PRIMERA MUESTRA. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINUE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.						

Elementos de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mo	Ni	V	Ca	Mg	Zn	P	Ba
R440-51078-0031	1	10	0	5	0	0	4	7	2	0	0	0	4118	16	1248	1171	0
R440-48199-0073	3	29	1	8	0	4	12	6	2	0	0	0	4076	14	1170	955	
R440-46231-0029	6	7	0	4	3	0	2	4	3	0	0	0	4865	15	1486	1268	

Condición de aceite / Conteo Partículas	ST	OXI	NIT	SUL	W	A	F	V100
R440-51078-0031	50	7	5	18	N	N	N	14.364

Checklist

En Base a la observación y experiencia de los técnicos mecánicos, y los operadores junto a la búsqueda en internet se elaboró unos check list para llevar el control de forma visual de cada uno de los apartados mecánicos, eléctricos, neumáticos o de fugas de aceites que pueda tener la maquina o volqueta.

En estos documentos existirá la firma del chofer u operador a cargo del equipo, y del encargado de taller quien periódicamente dos o tres veces dentro del mes podrá pedir a revisar si los check list son llenados, con el fin de controlar que cumplan su propósito además de observar si cada operador es responsable de cuidar su equipo de trabajo, y poder comunicar a bodega cuando exista un malestar en la maquina o volqueta.
Se presentan 3 check list orientado a volquetas, maquinaria con neumático y maquinaria con tren de rodaje.

Check List Volqueta

PROGECON S.A

PROYECTOS GENERALES DE CONSTRUCCION
CHECK LIST
VOLQUETA MAN TGS.40.400

INSPECCION DE VEHICULO

Vehículo: **Año:** **Fecha Inspeccion:**
Placa: **Kms Actuales:**
Serie **Horas actuales:** **Color:**

DOCUMENTOS	SI	NO	OBSERVACIONES
Matricula			
Certificado Revisión Técnico Mecánica			
Placas			

ELEMENTOS DE SEGURIDAD	SI	NO	OBSERVACIONES
Cinturones de seguridad delanteros - funcionando			
Asientos Adecuados			
Triangulos reflectivos			
Botiquin de primero auxilios			
Conos reflectivos			
Radio de comunicaciones			
Lona			

MANTENIMIENTO	SI	NO	OBSERVACIONES
Limpieza del Vehículo			
Limpieza de bateria			
Nivel del Aceite del motor			
Limpiesa de filtro de aire			
Reajustar ruedas			
Chequeo de llantas			
Engrase de Vehículo			

SISTEMA ELECTRICO	Bien	Mal	OBSERVACIONES
Batería			
Luces Delanteras			
Luces Traseras			
Luces Direccionales			
Luces Retroceso			
Limpiaparabrisas			
Pito			
Alternador y Motor de Arranque			
Alarma de Retroceso			

CONDICIONES MECANICAS	Bien	Mal	OBSERVACIONES
Vidrios y Espejos			
Cerraduras			
Sistema inyección y Bomba de gasolina			
Tanque de Combustible			
Tapa de tanque de combustible			
Bujías y Cables de Alta			
Transmisión delantera			
Transmisión trasera			
Caja de cambios			
Freno de Mano			
Sistema de frenos			
Radiador y mangueras			
Correa de bomba de agua y altenador			
Suspención y Amortiguación			
Sistema de Dirección			
Sistema de Escape			1 2 3 4

Condiciones de Rines y Llantas (%)

Bien	Mal

%

1 2 3 4

% % % %

OBSERVACIONES GENERALES

CHOFER A CARGO

NOMBRE :

LICENCIA NUM.: VENCE: SI NO

CATEGORIA: VENCE: SI NO

FIRMA: **FIRMA DE ENCARGADO:**

Check List Maquinaria con neumáticos

PROGECON S.A	PROYECTOS GENERALES DE CONSTRUCCION CHECK LIST EQUIPO CAMINERO	

INSPECCION DE MAQUINARIA CON NEUMATICO

Maquinaria	**Año:**	**Fecha Inspeccion:**	
Modelo:		**Horas actuales:**	
Serie:		**Color:**	

DOCUMENTOS	SI	NO	OBSERVACIONES
Matricula			
Placa Serie			

ELEMENTOS DE SEGURIDAD	SI	NO	OBSERVACIONES
Cinturon de seguridad			
Asientos Adecuados			

MANTENIMIENTO	SI	NO	OBSERVACIONES
Limpieza de maquina			
Limpieza de bateria			
Nivel del Aceite del motor			
Limpiesa de filtro de aire			
reajuste de ruedas			
Chequeo de llantas			
Engrase de Maquina			

SISTEMA ELECTRICO	Bien	Mal	OBSERVACIONES
Batería			
Luces Delanteras			
Luces Traseras			
Luces Direccionales			
Luces Retroceso			
Limpiaparabrisas			
Pito			
Alternador y Motor de Arranque			
Alarma de Retroceso			

CONDICIONES MECANICAS	Bien	Mal	OBSERVACIONES
Vidrios y Espejos			
Cerraduras			
Sistema inyección y Bomba de gasolina			
Tanque de Combustible			
Tapa de tanque de combustible			
Bujías y Cables de Alta			
Diferencial delantera			
Diferencial trasera			
Transmision			
Bloqueo de Maquina			
Radiador y mangueras			
Correa de bomba de agua y altenador			
Sistema Hidraulico			
Sistema de Escape			1 2 3 4

Condiciones de Rines y Llantas (%)

Bien	Mal

%

% %

% %

OBSERVACIONES GENERALES

OPERADOR A CARGO

NOMBRE :

LICENCIA NUM.: VENCE: SI NO

CATEGORIA: VENCE: SI NO

FIRMA: **FIRMA DE ENCARGADO:**

Check List Maquinaria con tren de rodaje

PROGECON S.A

PROYECTOS GENERALES DE CONSTRUCCION
CHECK LIST
EQUIPO CAMINERO

INSPECCION DE MAQUINARIA CON TREN DE RODAJE

Maquinaria **Año:** **Fecha Inspeccion:**
Modelo: **Horas actuales:**
Serie: **Color:**

DOCUMENTOS	SI	NO	OBSERVACIONES
Matricula			
Placa Serie			

ELEMENTOS DE SEGURIDAD	SI	NO	OBSERVACIONES
Cinturon de seguridad			
Asientos Adecuados			
Malla Metalica forntal de cabina			

MANTENIMIENTO	SI	NO	OBSERVACIONES
Limpieza de maquina			
Limpieza de bateria			
Nivel del Aceite del motor			
Limpiesa de filtro de aire			
Condicion de Eslabones			
Condicion tren de rodaje			
Engrase de Maquina			

SISTEMA ELECTRICO	Bien	Mal	OBSERVACIONES
Batería			
Luces Delanteras			
Luces Traseras			
Luces Direccionales			
Luces Retroceso			
Limpiaparabrisas			
Pito			
Alternador y Motor de Arranque			
Alarma de Retroceso			

CONDICIONES MECANICAS	Bien	Mal	OBSERVACIONES
Vidrios y Espejos			
Cerraduras			
Sistema inyección y Bomba de gasolina			
Tanque de Combustible			
Tapa de tanque de combustible			
Bujías y Cables de Alta			
Sistema de Giro			
Guia Rueda			
Mandos Finales			
Bloqueo de Maquina			
Radiador y mangueras			
Correa de bomba de agua y altenador			
Sistema Hidraulico			
Sistema de Escape			1 2 3 4

Condiciones de Pines y Eslabones (%) **Bien** **Mal** % % % % %

OBSERVACIONES GENERALES

OPERADOR A CARGO

NOMBRE :

LICENCIA NUM.: VENCE: SI NO

CATEGORIA: VENCE: SI NO

FIRMA: **FIRMA DE ENCARGADO:**

ORDEN DE TRABAJO

Este documento servirá para evidenciar el tipo de mantenimiento preventivo por el que ingreso el equipo. Contará con firma del técnico que realiza el mantenimiento, firma del encargado del taller mecánico y firma del operador del equipo que recibió el mantenimiento.

PRODECON S.A.

SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO **001**

TEC: _____ FECHA: _____

MAQUINA: _____ LUGAR: _____

SERIE: _____ HOROMETRO / KILOMETRAJE _____

TRABAJO SOLICITADO: _____ CHOF/OPER: _____

MARQUE CON UNA X LAS ACTIVIDADES REALIZADAS					
CAMBIO DE ACEITE MOTOR			CAMBIO ACEITE DE TRANSMISIÓN		
FILTRO ACEITE			FILTRO DE TRANSMISIÓN		
FILTRO COMBUSTIBLE1			CAMBIO DE ACEITE DEL DIFERENCIAL POSTERIOR		
FILTRO COMBUSTIBLE 2			CAMBIO DE ACEITE DEL DIFERENCIAL DELANTERO		
FILTRO COMBUSTIBLE AUXILIAR			CAMBIO DE ACEITE DE LA CORONA		
FILTRO DE AIRE MOTOR			CAMBIO ACEITE CUBO DE LAS RUEDAS		
FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO INTERNO			CAMBIO ACEITE DEL MOTOR DE GIRO		
FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO EXTERNO			CAMBIO ACEITE DEL DAMPER		
FILTRO SECADOR DE AIRE			CAMBIO ACEITE DEL TAMBOR VIBRATORIO		
LIMPIEZA DE TANQUE DE COMBUSTIBLE			CAMBIO ACEITE BOMBA HIDRÁULICA		
CAMBIO DE ACEITE HIDRAÚLICO			CAMBIO DE ACEITE DE LA CAJA REDUCTORA		
FILTRO HIDRAÚLICO			CAMBIO DE ACEITE DE MANDOS FINALES		
FILTRO DE RETORNO HIDRAULICO			LIMPIEZA / INSPECCIÓN DE BATERÍAS		
FILTRO DE RETORNO MARTILLO			LUBRICACIÓN DEL EQUIPO		
RESPIRADOR COMBUSTIBLE			RESPIRADOR HIDRÁULICO		
OBSERVACIONES:					

FIRMA TECNICO	FIRMA OPERADOR	FIRMA ENCARGADO
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
C.I.:	C.I.:	C.I.:

4.1.2 INDICADORES DE RENDIMIENTO

Después de realizarse un estudio de recopilación y análisis de esta información, así como el análisis de resultados de aceite, se ha podido estandarizar unas horas de trabajo entre cada mantenimiento de cambio de aceite de motor, y todo esto que se ha analizado se optó por simplificarlo mediante un indicador de rendimiento que sea fácil de entender y permita identificar el momento exacto para poder realizar el mantenimiento. Y se implementa el uso de Indicador Semáforo, el cual muestra cuando el mantenimiento está lejos de ejecutarse mediante el color verde, cuando este se aproxima a las horas de mantenimiento cambiara a un color amarillo, y cuando ya haya llegado a la cantidad de horas que se debe realizar el mantenimiento cambiara a color rojo. Para esto se otorgará una tabla de rangos de horas para que cada operador mediante estas etiquetas de colores, las ubique en la parte exterior de la cabina en un lugar y visible, con esto el operador ganara un sentido de responsabilidad de estar muy al pendiente de cuando se aproxime o cumpla sus horas de trabajo, y de que sea visible para todos los encargados de los frentes de trabajo y sepan así cuando una maquinaria este necesitando su mantenimiento.

Se verifica que en base a la experiencia de las horas de mantenimientos de motor de máquinas, kilómetros y horas en volquetas basados al historial de mantenimientos de los años 2019 y 2020; después de analizar varios equipos mediante análisis de aceite, en tabla 24 se indica las horas en las que se sugiere realizar los mantenimientos.

Tabla Nª 24. Horas standard para mantenimiento de motores.

Maquinaria	Cantidad en Horas
Volquetas Recorrido Corto	700
Volquetas Recorrido mixto	700
Volquetas recorrido largo	700
Excavadoras	350
Retroexcavadoras	350
Cargadoras	350

Fuente: Progecon S.A

Autor: Juan Pablo Samaniego

Estas cantidades que se han obtenido después del análisis carecerían de sentido si no se es posible transmitir de una forma entendible y visual para el operador de la maquinaria. Por lo que se usara un sistema semáforo el cual hará que fácilmente el operador encargado de su maquinaria sepa cuando debe estar atento de que se aproxima su mantenimiento, y de cuando está ya pasándose del límite permitido.

A los operadores se les otorgara unos adhesivos grandes de colores que deberán pegar afuera de la cabina en un lugar visible, como indicador para poder coordinar y ejecutar un mantenimiento en un tiempo correcto.

En tablas 25 y 26, se muestran en los rangos para cada tipo de maquinaria. El color verde significa que el mantenimiento está lejos, el color amarillo es un aviso de que se aproxima el mantenimiento dando oportunidad de coordinar y verificar el aceite suficiente y los filtros necesarios para su mantenimiento. La identificación color rojo significa que ya sobrepaso la cantidad de horas que se indicaron que deben realizarse los mantenimientos.

Tabla Nª 25 semáforo mantenimiento de motor volquetas.

Volquetas	Rangos Horas
	x < 600
	601-700
	x > 700

Fuente: Progecon S.A

Autor: Juan Pablo Samaniego

La tabla 26 indica los rangos de horas para excavadoras, cargadoras y retroexcavadoras, esta tabla aplica para el grupo de máquinas que quedaron fuera del estudio, tales como Rodillos, Moto Niveladora, Trackdrill, Minicargador, etc.

Tabla Nª 26 semáforo mantenimiento motor maquinarias.

Maquinarias	Rangos Horas
	x < 300
	300-350
	x >350

Fuente: Progecon S.A

Autor: Juan Pablo Samaniego

4.2 Conclusiones

El presente proyecto técnico, mediante evidencia científica y respaldado por antecedentes de los últimos años, buscó conseguir indicadores de rendimiento que sean fáciles de interpretar para todas las partes interesadas, y que permitan realizar un programa de mantenimiento con horas de trabajo oportunas, y no solo basado en lo establecido hace muchos años.

El historial de mantenimientos de motor de las volquetas y maquinarias permite realizar un diagnóstico de que tan correcto ha sido el proceso de mantenimiento, la política de la empresa desde hace dos décadas fue de realizar los mantenimientos a las 250 horas con un margen de tolerancia de 50 horas extras, sin embargo se verifico que en varias ocasiones los tiempos de mantenimiento superaban las 300 horas, y al inicio del proyecto se concebía la idea de que el descuido en excedente de horas trabajadas estaba afectando los componentes de motor. Con Los análisis de aceite se ha comprobado que llegar a una media de 350 horas seria lo adecuado. En el caso de las volquetas se descarta el indicador de kilómetros y se estandariza en una media de 700 horas de trabajo.

Se establecieron herramientas de control para la reducción en los tiempos de espera de los procesos en el área de mantenimiento, para conseguir que los que se realicen cumpliendo con los nuevos tiempos en horas de trabajo. Los check list otorgarán un sentido de responsabilidad diaria al operador para el cuidado de su maquinaria a cargo y facilita a los encargados de mantenimiento poder hacer un seguimiento más documentado sobre el transcurso de las horas de trabajo. La orden de trabajo, permitirá obtener un documento oficial que respalde el mantenimiento oportuno de las diferentes maquinarias.
Se establecieron indicadores semáforos que permitirá visualmente la alerta para el correcto aviso del estado de cada maquinaria y conceda tiempo para que el departamento de mantenimiento realice la gestión correcta para la programación de los mantenimientos de motor del equipo caminero.

Este proyecto logró diseñar Indicadores de rendimiento para la mejora de los procesos del área de mantenimiento del específicamente relacionado al equipo caminero en la

empresa objeto de estudio. Indicadores fáciles de interpretar para los operadores y responsables del correcto mantenimiento de las máquinas y volquetas.

Finalmente, se ha cumplido con los tres objetivos específicos planteados en este proyecto técnico al analizar y determinar el estado actual de las máquinas mediante análisis de aceites, se implementan las herramientas de control check list y orden de trabajo específicos, y se implementa un indicador de rendimiento visual de tipo semáforo para el control y programación de los mantenimientos.

4.3 Recomendaciones

Considerar que este estudio está basado en maquinarias que utilizan marcas de filtros y aceite de alta calidad, por lo que el rendimiento de las horas de trabajo podría ser diferente para otro grupo de máquinas en otra empresa que use diferentes marcas de filtro y/o aceite.

Se recomienda realizar charlas de capacitación de al menos una vez cada dos meses sobre la importancia y uso de los check list, para reforzar sugeridos servirían también para considerar la programación de mantenimientos correctivos, mecánico, eléctrico, neumáticos o hidráulicos, de igual manera las ordenes de trabajo también contemplan mantenimientos de más de 1000 horas de trabajo como sistemas de transmisión, o de 2000 horas como sistemas hidráulicos o de coronas, por lo que con este documento también se puede llevar el control y registro de los mantenimientos además de los de motor.

Además, replicar este tipo de estudios para la obtención de indicadores de rendimiento dentro de la empresa Progecon S.A en las demás áreas de trabajo, tales como el departamento de producción o departamento de ventas.
Consiguiendo ayudar de esta manera alcanzar las metas reales en base a documentación y análisis de los datos existentes para la mejora de los procesos.

BIBLIOGRAFÍA

Abril, M. (2018). Diseño de procesos de gestiopn del talento humano. *Universidad Tecnica de Ambato*, 23.

BOTERO, M., OLARTE, W., & CAÑON , B. (2021). Tecnicas de mantenimiento predictivo utilizados en la industria. *Scientia Et Technica, XVI(45)*, 223-226.

Diez, A. (2016). *UNIVERSIDAD EAFIT*. Obtenido de https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/11564/AnaCecilia_DiezGaviria_2016.pdf?sequence=2&isAllowed=y#:~:text=Desde%20una%20perspectiva%20un%20tanto,un%20fen%C3%B3meno%20con%20el%20fin

Guadalupe, V., Almeida, G., & Campoverde, J. (2017). CONTROL DE PROCESO DE MANTENIMIENTO. *ESPOL*.

GUERRERO MOROCHO, A. (2015). *Universida Nacional de Chimborazo.* Recuperado el 19 de 02 de 2021, de http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/456?mode=full

Lanza Cruz, I. (25 de 01 de 2016). *Definición y análisis de indicadores.* Obtenido de http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/165315/tfm_indira_lazara_lanza_cruz.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MEDINA DELGADO, M. (14 de 09 de 2017). *Tecnologico de Estudios Superiores del Oriente de Estado de Mexico*. Obtenido de http://www.tesoem.edu.mx/alumnos/cuadernillos/2009.001.pdf

Quezada, M. (06 de 2014). *Universidad Politecnica Salesiana de Cuecca*. Obtenido de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8944/1/UPS-CT005205.pdf

Rosales, R. (23 de 11 de 2018). *UNiversidad San Pedro Chimbote Peru.* Obtenido de http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/8266

SANCHEZ, A. (13 de 06 de 2017). *Univseridad Catolica de Colombia, Facultad de Ingenieria Industrial*. Obtenido de https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15585/1/T%C3%89CNICAS%20DE%20MANTENIMIENTO%20PREDICTIVO.%20METODOLOG

IA%20DE%20APLICACI%C3%93N%20EN%20LAS%20ORGANIZACIONES.pdf

CarolinaAltmann. 1° Congreso Uruguayo de Mantenimiento, Gestión de Activos y Confiabilidad, 21 y 22 de Abril del 2005. El Análisis de Aceite como herramienta del Mantenimiento Proactivo en Flotas de Maquinaria Pesada". Obtenido de https://docplayer.es/76060243-El-analisis-de-aceite-como-herramienta-del-mantenimiento-proactivo-en-flotas-de-maquinaria-pesada.html

Ingeniero Sergio Arrieta Vera, Instituto tecnológico de Cerro Azul Ingeniería Civil. Unidad 1 Generalidades de la Maquinaria Pesada. Obtenido de https://www.slideshare.net/israel12500193/generalidades-de-la-maquinaria-pesada

Widman International SRL, Mantenimiento Proactivo. Obtenido de https://www.widman.biz/boletines/46.php

CARRANZA VASQUES, J. (2020). Influencia de aceite sintético en los índices de mantenimiento del motor Caterpillar 3512B del camión 785C de la empresa COSAPI MINERÍA SAC. TRUJILLO – PERÚ.

Widman International SRL, Mantenimiento Proactivo. Obtenido de https://www.widman.biz/Analisis/desgaste.html

ACEBES, S. S. (2017). MOTORES. Perú: EDITEX. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=_vrIDgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=lubrica

CASADO, D. D. (2015). ESTUDIO QUIMIOMÉTRICO DE ACEITES LUBRICANTES. ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA. Obtenido de https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/16220/2_Memoria.pdf?sequence=2&isAllow

ANEXOS

Anexo A: Consentimiento informado

PROYECTOS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN S.A.

PROGECON S.A.

Guayaquil 04 de Diciembre del 2020

ING. ANA FABIOLA TERÁN ALVARADO, MSC.

Directora de La Carrera de Ingeniería Industrial.

Universidad Politécnica Salesiana-Sede Guayaquil.

Presente. -

De mis consideraciones.

Por medio de la presente comunicamos a usted, la empresa PROGECON S.A autoriza la ejecución del tema de tesis

"Diseño de indicadores de rendimiento (KPI), para la mejora de los procesos del área de mantenimiento, de Equipo Caminero en la empresa Progecon S.A" al estudiante **JUAN PABLO SAMANIEGO PILLAGA,** con Cedula **N° 0922463443.**

Sin más que decir.

Atentamente:

PROGECON S.A.

ING. LIZZETTE ROMINA SANTANA OROZCO

GERENTE TALENTO HUMANO

PROGECON S.A

Kilómetro 18.5 Vía Daule

Telf: 0984919132

Dirección: Km. 18 ½ Vía Daule * Teléfono: 0996177336
E-mail: progecon_sa@hotmail.com • progeconcontabilidadfactura@gmail.com
Guayaquil - Ecuador

Anexo B: Presupuesto

PRESUPUESTO PARA EL SISTEMA DE REQUERIMIENTOS	
EGRESOS (DÓLARES)	
DETALLE DE COSTOS DEL PROYECTO	**VALORES**
Documentación	$150
Movilización	$100
Dispositivos y Equipos de trabajo	$100
Aditivo para Limpieza de Motor	$40
Análisis de Aceites de Motor	$1100
Gastos operativos	$100
TOTAL, DE EGRESOS	**$1.590**

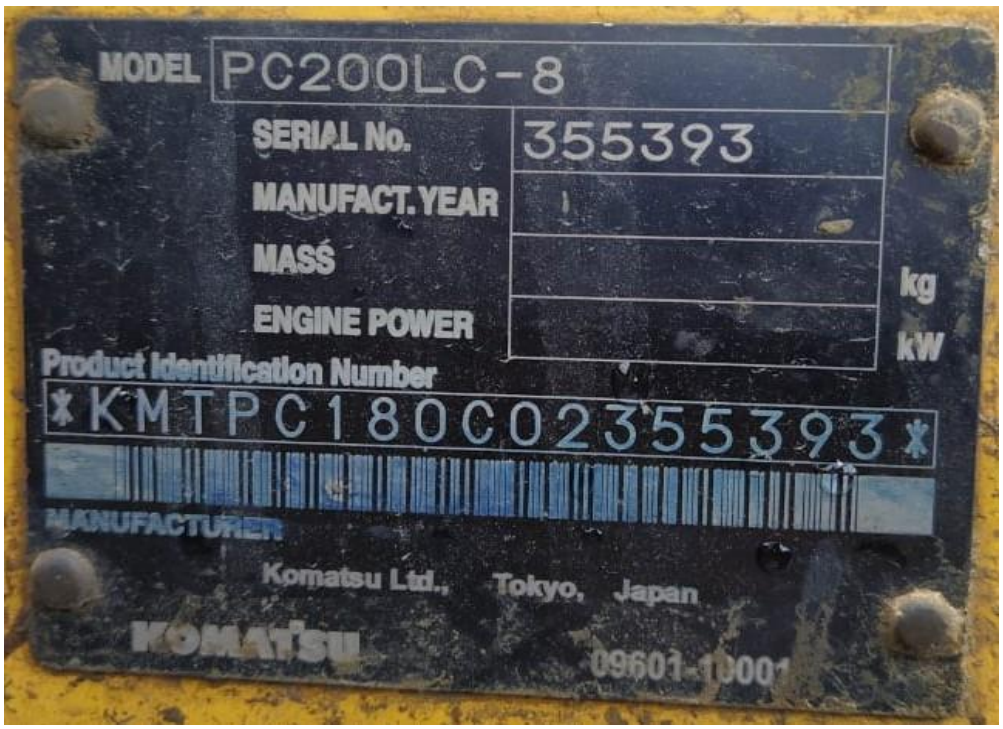
Anexo C: Evidencias fotográficas Equipo Caminero

Excavadora Pc 350 A10643

Placa: Pc 350 Serie: A10643

EXCAVADORA PC 200 355393

PLACA: PC200, SERIE: 355393



EXCAVADORA PC 220

RETRO EXCAVADORA 310SJ 4670

VOLQUETA GSD-3158

VOLQUETA GSJ-4281

GSJ-9371

GSJ-9371 LARGO

GSJ-4131

GSJ-4365