

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Suficiencia Profesional

Aplicación de la técnica de microfiltrado para incrementar el tiempo operativo del sistema Hidráulico en los camiones eléctricos 794 AC Caterpillar, Ferreyros S.A.- Toquepala-Tacna

Diego Fernando Tito Pinto

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Mecánico

Arequipa, 2023

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de suficiencia profesional



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

TSP - TITO PINTO DIEGO FERNANDO

INFORME DE ORIGINALIDAD

27 %

INDICE DE SIMILITUD

27 %

FUENTES DE INTERNET

1 %

PUBLICACIONES

5 %

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1 hdl.handle.net Fuente de Internet **6** %

2 vsip.info Fuente de Internet **6** %

3 noria.mx Fuente de Internet **4** %

4 ekt011fopx7w-www.cat.com Fuente de Internet **2** %

5 www.ultrafluids.com Fuente de Internet **1** %

6 repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet **1** %

7 repositorio.uasf.edu.pe Fuente de Internet **1** %

8 rua.ua.es Fuente de Internet **1** %

9 www.coursehero.com Fuente de Internet **1** %

10	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	1 %
11	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %
12	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
13	h-cpc.cat.com Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad Internacional del Ecuador Trabajo del estudiante	<1 %
15	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
17	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
18	revistainvestigacionacademicasinfrontera.unison.mx Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
20	patents.google.com Fuente de Internet	<1 %

21	forbislogistics.com Fuente de Internet	<1 %
22	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
23	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
24	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
25	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
26	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
27	Submitted to Universidad de Lima Trabajo del estudiante	<1 %
28	glossary.oilfield.slb.com Fuente de Internet	<1 %
29	1library.co Fuente de Internet	<1 %
30	www.cjc.dk Fuente de Internet	<1 %
31	americanae.aecid.es Fuente de Internet	<1 %

32	manualzilla.com Fuente de Internet	<1 %
33	www.cuenca.es Fuente de Internet	<1 %
34	doczz.es Fuente de Internet	<1 %
35	repositorio.cientifica.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
36	www.aplusa.de Fuente de Internet	<1 %
37	www.jove.com Fuente de Internet	<1 %
38	www.przetargi.info Fuente de Internet	<1 %
39	www.superservicios.gov.co Fuente de Internet	<1 %
40	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
41	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
42	s7d9.scene7.com Fuente de Internet	<1 %
43	www.cacic2016.unsl.edu.ar Fuente de Internet	<1 %

44

www.cursosaula21.com

Fuente de Internet

<1 %

45

www.ferreycorp.com.pe

Fuente de Internet

<1 %

46

www.manufacturaweb.com

Fuente de Internet

<1 %

47

www.todomonografias.com

Fuente de Internet

<1 %

48

ASILORZA SOCIEDAD ANONIMA CERRADA.
"DIA del Proyecto Variante de la Línea de
Transmisión 138 kV Toquepala - Aricota-
IGA0010702", R.D. N° 275-2015-MEM/DGAAE,
2021

Publicación

<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

PÁGINA 100

PÁGINA 101

PÁGINA 102

Agradecimientos

Agradezco a todos aquellos que me dieron fuerza, ánimos y motivación en todo momento:

A Dios que día a día ilumina mi camino, a mi familia que es mi alegría y a la vez mi soporte, a mi esposa Paola, a mi hijo Fernando y en especial a mis padres Deise y Fernando.

También, agradezco a las empresas que me dieron la oportunidad de aprender, aportar y desarrollarme como profesional:

Unimaq S.A.

Ferreyros S.A.

Anglo American Quellaveco S.A.

Dándome herramientas y formando en mi a un gran profesional que disfruta de su carrera a lo largo de estos 10 años que vengo trabajando.

Y, en general, a los que sumaron para concluir este trabajo de suficiencia profesional

A todos ellos: “Gracias”

Dedicatoria

A mis Padres por su cariño incondicional,
por el empuje que siempre me brindan.

A mi esposa por su comprensión y entrega.

A mi hijo por lo feliz que me hace
en los maravillosos momentos
que pasamos juntos.

Índice

Índice de Figuras	8
Índice de tablas.....	10
Resumen	11
Introducción	13
Capítulo I: Aspectos Generales de la empresa o Institución.....	14
1.1 Datos Generales de la Institución:	14
1.2 Actividades Generales de la Institución y/o Empresa:	14
1.3 Reseña Histórica de la Institución y/o Empresa:	14
1.4 Organigrama de la Institución o Empresa:	16
1.5 Misión, Visión y Valores:	18
➤ Misión:	18
➤ Visión:	18
➤ Valores:	18
1.6 Bases Legales o Documentos Administrativos:	19
➤ Norma Corporativa sobre entrega y/o recepción de regalos, pagos, favores y otros (GEN-GCAC-NC-001):	19
➤ Norma Corporativa sobre conflictos de interés (GEN-GCAC-NC-002):	19
➤ Norma Corporativa de negocios con organismos del Estado y relación con funcionarios públicos (GEN-GCAC-NC-003):	19
➤ Norma Corporativa sobre el control de riesgos reputacionales y de corrupción en los negocios con terceros (GEN-GCAC-NC-005):	19
➤ Norma Corporativa de Debita Diligencia en Clientes, Proveedores y Colaboradores (GEN-GCAC-NC-008):	19
1.7 Descripción de las Áreas donde Realiza sus Actividades Profesionales:	20
○ Operaciones:	21
○ Mantenimiento:	21
○ Planeamiento:	21
○ Logística:	22
○ Administración:	22
○ Comercial:	22
1.8 Descripción del Cargo y de las Responsabilidades del Bachiller en la Institución y/o Empresa:	22

➤ Cargo desempeñado:	22
➤ Responsabilidades del bachiller:	22
Capítulo II: Aspectos Generales de las Actividades Profesionales.....	24
2.1 Antecedentes o Diagnóstico Situacional:	24
➤ Ubicación Accesibilidad:	24
➤ Ubicación Política:	24
➤ Ubicación Geográfica:	24
2.2 Identificación de Oportunidad o Necesidad en el Área de Actividad Profesional:	25
2.3 Objetivos de la Actividad Profesional:	25
➤ Objetivo General:	25
➤ Objetivos Secundarios:	26
2.4 Justificación de la Actividad Profesional:	26
2.5 Resultados Esperados:	26
Capítulo III: Marco Teórico.....	28
3.1 Bases Teóricas de las Metodologías o Actividades Realizadas:	28
➤ Conceptos Básicos:	28
➤ Tipos de Filtración:	30
➤ Carro de Filtración de Aceite:	31
➤ Selección de un carro de filtración de aceite:	32
➤ El tipo de aceite dentro de su máquina portátil de Filtración.	34
➤ En el caso de la velocidad de flujo.	34
➤ Uso previsto:	34
➤ Sitio de uso:	35
➤ Selección de filtros de carro de filtración Portátil:	35
➤ Grupo de Carro Filtrador 188-3242 (Recomendación CAT):	36
➤ Procedimiento de Instalación de Dializador Hidráulico:	37
➤ Aceite Hidráulico:	41
➤ Análisis de Fluidos:	44
➤ Análisis de Partículas utilizadas según Código ISO 4406:99.	49
➤ Analizador de Partículas 170-8500 Caterpillar:	49
➤ Toma de muestras a alta presión:	50
➤ Toma de muestras a baja presión:	51
3.2 Características del Camión Eléctrico Caterpillar 794 AC:	53

➤	Especificaciones de Camión 794 AC:	53
➤	Motor C175 – 16:	53
➤	Sistema Detect:	54
➤	Tolva HE:	55
➤	Tubo de escape:	56
➤	Pantalla Digital:	57
➤	Escalera Eléctrica:	58
➤	Tanque de combustible:	59
3.3	Flujo de aceite en sistemas Hidráulicos del Camión Eléctrico 794 AC:	61
➤	Sistema de Dirección:	62
➤	Sistema de Levante:	63
➤	Sistema de Frenos:	65
➤	Sistema de enfriamiento del Tren de Impulsión:	67
➤	Sistema de lubricación de Mandos Finales de Eje Posterior:	70
3.4	Tabla de desgastes recomendación de Caterpillar (CATERPILLAR SOS SERVICES WEAR TABLE):	72
Capítulo IV: Descripción de las actividades Profesionales		77
4.1	Descripción de Actividades Profesionales:	77
➤	Enfoque de las actividades profesionales:	77
➤	Alcance de las actividades profesionales:	77
➤	Entregables de las actividades profesionales:	77
➤	Entrega de Muestras de aceite a Laboratorio:	79
➤	Resultados de Muestras de aceite SOS Caterpillar:	80
4.2	Aspectos Técnicos de la Actividad Profesional:	83
➤	Metodología:	83
➤	Técnicas:	83
➤	Instrumentos:	84
➤	Equipos y Materiales utilizados en el desarrollo de las actividades:	85
4.3	Ejecución de las actividades Profesionales:	85
➤	Cronograma de Actividades realizadas:	85
➤	Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales:	87

Capítulo V: Resultados.....	91
5.1 Resultados Finales de las actividades realizadas:	91
5.2 Logros Alcanzados:	93
5.3 Dificultades encontradas:	93
5.4 Planteamiento y Mejoras:	95
5.5 Análisis:	96
5.6 Aporte del Tesista de la Institución:	96
Conclusiones	97
Recomendaciones.....	98
Referencias Bibliográficas	99
Anexos.....	100

Índice de Figuras

<u>Figura 1. Logo de la Empresa Ferreyros S.A.....</u>	<u>16</u>
<u>Figura 2. Organigrama de la Empresa Ferreyros S.A.</u>	<u>17</u>
<u>Figura 3. Valores de la Empresa Ferreyros S.A.</u>	<u>18</u>
<u>Figura 4. Ubicación de Geográfica de Toquepala.....</u>	<u>25</u>
<u>Figura 5. Carro portátil de filtración de aceite.</u>	<u>36</u>
<u>Figura 6. Grupo de Carro de Filtrador.....</u>	<u>37</u>
<u>Figura 7. Imagen de adaptación de acople de descarga de fluido Hidráulico</u>	<u>38</u>
<u>Figura 8. Imagen de adaptador a tubería de llenado de fluido Hidráulico</u>	<u>39</u>
<u>Figura 9. Imagen de conexión de manguera de descarga de fluido Hidráulico</u>	<u>39</u>
<u>Figura 10. Imagen de conexión de manguera de succión de fluido Hidráulico.</u>	<u>40</u>
<u>Figura 11. Imagen de Manómetro regulado para presión de trabajo de Carro Filtrador.</u>	<u>40</u>
<u>Figura 12. Imagen de conexión de manguera de línea de aire de Carro Filtrador</u>	<u>41</u>
<u>Figura 13. Imagen de un componente hidráulico, en este caso un cilindro cromado</u>	<u>44</u>
<u>Figura 14. Imagen hecha en POWER BI de la tendencia de Si y Al en el Fluido Hidráulico,</u>	<u>45</u>
<u>Figura 15. Imagen de Formato de resultado de análisis de Muestra de aceite usado por el Laboratorio de Ferreyros S.A.....</u>	<u>46.</u>
<u>Figura 16. Imagen del proceso de análisis realizado por el Laboratorio de Ferreyros S.A.</u>	<u>47</u>
<u>Figura 17. Motor C175-16 Caterpillar para los camiones Eléctricos 794 AC</u>	<u>54.</u>
<u>Figura 18. Cámaras del sistema de Detección para los camiones Eléctricos 794 AC</u>	<u>55.</u>
<u>Figura 19. Tolvas HE para los camiones Eléctricos 794 AC.</u>	<u>56</u>
<u>Figura 20. Tubo de escape de descarga lateral para los camiones Eléctricos 794 AC.</u>	<u>57</u>
<u>Figura 21. Display de Payload para los camiones Eléctricos 794 AC</u>	<u>58.</u>
<u>Figura 22. Escalera eléctrica de acceso de Operador para los camiones Eléctricos 794 AC.....</u>	<u>59.</u>
<u>Figura 23. Tanque de Combustible para los camiones Eléctricos 794 AC.</u>	<u>60</u>
<u>Figura 24. Imagen de Dimensiones de los camiones Eléctricos 794 AC.</u>	<u>61</u>
<u>Figura 25. Sistema de dirección de los camiones Eléctricos 794 AC.</u>	<u>64</u>
<u>Figura 26. Sistema de Levante de los camiones Eléctricos 794 AC.</u>	<u>65</u>
<u>Figura 27. Sistema de Frenos de los camiones Eléctricos 794 AC.</u>	<u>67</u>
<u>Figura 28. Sistema de Enfriamiento del Tren de impulsión de los camiones Eléctricos 794 AC.</u>	<u>68</u>
<u>Figura 29. Sistema en General de Enfriamiento del Tren de impulsión de los camiones Eléctricos 794 AC</u>	<u>70</u>

<u>Figura 30. Sistema de Lubricación de Mandos Finales Derecho e Izquierdo de los camiones Eléctricos 794 AC.</u>	<u>71</u>
<u>Figura 31. Imagen del proceso de muestreo de aceite en un equipo Caterpillar.</u>	<u>79</u>
<u>Figura 32. Imagen del proceso de muestreo de refrigerante en un equipo Caterpillar.</u>	<u>81</u>
<u>Figura 33. Imágenes de comparación contaminación de aceite vs condición normal.</u>	<u>92</u>
<u>Figura 34. Imágenes de información de indicadores de Disponibilidad, utilización y MTB.....</u>	<u>94</u>

Índice de tablas

Tabla 1. Guías Generales de nivel de limpieza Objetivo.....	33
Tabla 2. Historial de resultados ISO de muestra de aceite Hidráulico Camión 794 AC.....	48
Tabla 3. Descripción y especificaciones del Analizador de Partículas 170-8500.....	52
Tabla 4. Capacidades de Fluidos por compartimiento del Camión Eléctrico 794 AC.....	62
Tabla 5. Valores Target de desgaste para componentes del sistema Hidráulico.....	73
Tabla 6. Valores Target de desgaste para componentes del Motor.....	74
Tabla 7. Valores Target de desgaste para componentes de Ruedas lado Derecho e Izquierdo.....	75
Tabla 8. Valores Target de desgaste para componentes de Mandos lado Derecho e Izquierdo.....	76
Tabla 9. Rangos de concentración de aditivos para el sistema Hidráulico en equipos.....	81
Tabla10. Parámetros, fuentes de contaminación y desgaste en el sistema Hidráulico(19).....	83
Tabla 11. Cronograma y seguimiento de trabajos planeados y no planeados en el Camión 794 AC Nota: Tomada del Cronograma, seguimiento y cumplimiento de trabajos realizados en Toquepala por la empresa Ferreyros S.A. para la intervención de equipos eléctricos 794 AC.....	86
Tabla 12. Extensión de tiempo operativo de aceite hidráulico en camiones eléctricos 794 AC..	93

Resumen

- En el presente trabajo de suficiencia profesional, se pretende determinar la importancia de la aplicación de la técnica de micro filtrado para incrementar el tiempo operativo del aceite hidráulico y disminuir la frecuencia de paradas de los camiones eléctricos 794 AC.
- Por lo general, los aceites lubricantes están compuestos por una combinación de una base y varios aditivos. Estos componentes se emplean con el objetivo de mejorar el funcionamiento y las propiedades físicoquímicas del aceite, que logra así un óptimo rendimiento en los equipos.
- Desde tiempos remotos, se ha empleado la fuerza hidráulica en diversas civilizaciones. En la aplicación de maquinaria y ciertos tipos de transmisiones, es necesario contar con un lubricante que pueda desempeñar la función de fluido hidráulico. De esta manera, se logra transmitir eficientemente la potencia a través de convertidores de par o acoplamientos hidráulicos.
- En Toquepala, una minera situada en el Sur del Perú se identificó que la condición de los fluidos, en este caso, el sistema hidráulico no era el adecuado, según los muestreos de aceite que se realizaba al sistema periódicamente, donde se verifica el ingreso de contaminante al que están propensos los Camiones eléctricos 794 AC.
- Esta observación lleva al Camión eléctrico 794 AC a presentar un déficit en el rendimiento en Operación, la contaminación rápidamente a través del flujo Hidráulico llega a todos los componentes internos del sistema, donde posteriormente genera fallas y paradas no programadas, que impacta así en la producción del equipo, Horas hombre (HH) por atención del personal técnico, consumo de aceite por el cambio obligado según la condición e impacto en la disponibilidad del equipo, y demás indicadores de confiabilidad.

- Las fallas en el sistema Hidráulico a causa de la contaminación son comunes y puestas en práctica en el campo de la minería, las cuales buscan ser controladas a través de Herramientas de monitoreo en todas las operaciones mineras.
- Ferreyros S.A., en Toquepala, busca diariamente optimizar los recursos e incrementar la producción de los equipos que vende a las Mineras del Sur del país, por lo que la aplicación de la Microfiltración tiene como objetivo beneficiar a todo un grupo de interés al reducir las fallas, optimizar los recursos e incrementar la disponibilidad.

Introducción

- El presente informe de suficiencia profesional, se detalla las actividades que como Bachiller de Ingeniería Mecánica se ejecutan en la Empresa Ferreyros S.A., exactamente en la Operación Toquepala perteneciente a la Minera Southern Perú (SPCC).
- En el capítulo I, se indica los detalles generales de la Empresa Ferreyros S.A. la cual presta servicios de Mantenimiento y reparación en la Minera Toquepala Southern Perú.
- En el capítulo II, se indica los detalles de las actividades profesionales donde se expone los antecedentes, los objetivos y la justificación del trabajo por suficiencia profesional.
- En el capítulo III, se indican las fuentes sobre las cuales se sustenta el trabajo por suficiencia profesional, que amplía la descripción del problema e integran la teoría para la descripción del proceso y solución del problema encontrado.
- En el capítulo IV, se indica el detalle de la descripción de las actividades profesionales que el Bachiller de Ingeniería Mecánica cumple en la empresa Ferreyros S.A., en conjunto con las áreas involucradas en el proceso para cumplir con los servicios brindados de Mantenimiento y reparación de los activos de la minera SPCC.
- En el capítulo V, se indica el detalle de los resultados de la aplicación de la técnica de microfiltrado aplicada en los camiones eléctricos 794 AC, exactamente, aplicado para el compartimiento del Sistema hidráulico.

Capítulo I: Aspectos Generales de la empresa o Institución

1.1 Datos Generales de la Institución:

- **Razón Social:** Ferreyros S.A.
- **Ruc:** 20100028698.
- **Dirección:** Jr. Cristóbal de Peralta Norte Urb. San Idelfonso 820 - Santiago de Surco - Lima – Lima.

1.2 Actividades Generales de la Institución y/o Empresa:

- Con una trayectoria de más de nueve décadas en el Perú, Ferreyros destaca como la principal compañía en la venta de equipos e infraestructura en el país, así como en la prestación de servicios en este sector.
- Desde 1942, Ferreyros ha sido el distribuidor exclusivo de Caterpillar en el Perú, además de representar otras marcas reconocidas como Terex, Paus, Oldenburg, Metso y Massey Ferguson, las cuales complementan su amplio catálogo de productos. La empresa se enfoca en atender a sectores económicos clave del país, incluyendo minería, construcción, energía, industria, hidrocarburos, pesca, gobierno y agricultura.

1.3 Reseña Histórica de la Institución y/o Empresa:

- **Año 1922.-** En el año 1922, Enrique Ferreyros Ayulo y un reducido equipo de socios establecieron la compañía Enrique Ferreyros y Cía. Sociedad en Comandita. Durante sus primeros años de funcionamiento, la empresa se enfocó en la venta de artículos de consumo masivo.

- **Año 1944.-** La empresa experimentó un cambio significativo cuando adquirió la representación de Caterpillar Tractor Co., en el Perú. Este hito condujo a la compañía a explorar nuevos negocios y a reevaluar su base de clientes, que establece así las bases para su desarrollo futuro en su conjunto.
- **Año 1960.-** Marcas reconocidas como Massey Ferguson confiaron a Ferreyros la representación de sus líneas de maquinaria y equipos. Además, en 1962, la empresa logró su inclusión en la Bolsa de Valores de Lima, y se convirtió en una empresa de propiedad compartida.
- **Año 1981.-** La empresa se convirtió en una sociedad anónima como parte de un proceso de transformación, con el objetivo de reflejar la nueva estructura de propiedad.
- **Año 1998.-** Este proceso culminó en 1998, cuando la empresa se transformó en una sociedad anónima abierta bajo el nombre de Ferreyros S.A.A.
- **Año 2012.-** Como resultado del crecimiento experimentado por Ferreyros y sus subsidiarias, se llevó a cabo una reorganización corporativa.
- **Año 2013.-** La empresa ha llevado a cabo la transformación a Ferreycorp S.A.A., marcando un nuevo hito en su trayectoria al asumir el rol corporativo como holding del grupo. Ferreycorp es ahora la propietaria de todas las subsidiarias de la corporación, tanto a nivel local como internacional.
- **Año 2015.-** Como resultado de ello, se decidió que la empresa Ferreyros S.A. se enfocara exclusivamente en la venta de maquinaria, equipos y servicios postventa de la línea amarilla de Caterpillar y sus marcas asociadas.
- Esta reestructuración organizativa ha sido diseñada para que cada una de las empresas integrantes de FERREYRCOP pueda centrarse de manera más efectiva en ofrecer un mayor valor a sus clientes. A través de esta medida, se busca lograr una mejor cobertura,

aprovechar oportunidades de negocio y, en última instancia, mejorar las capacidades operativas de cada empresa.

Figura 1

Logo de la empresa Ferreyros S.A.



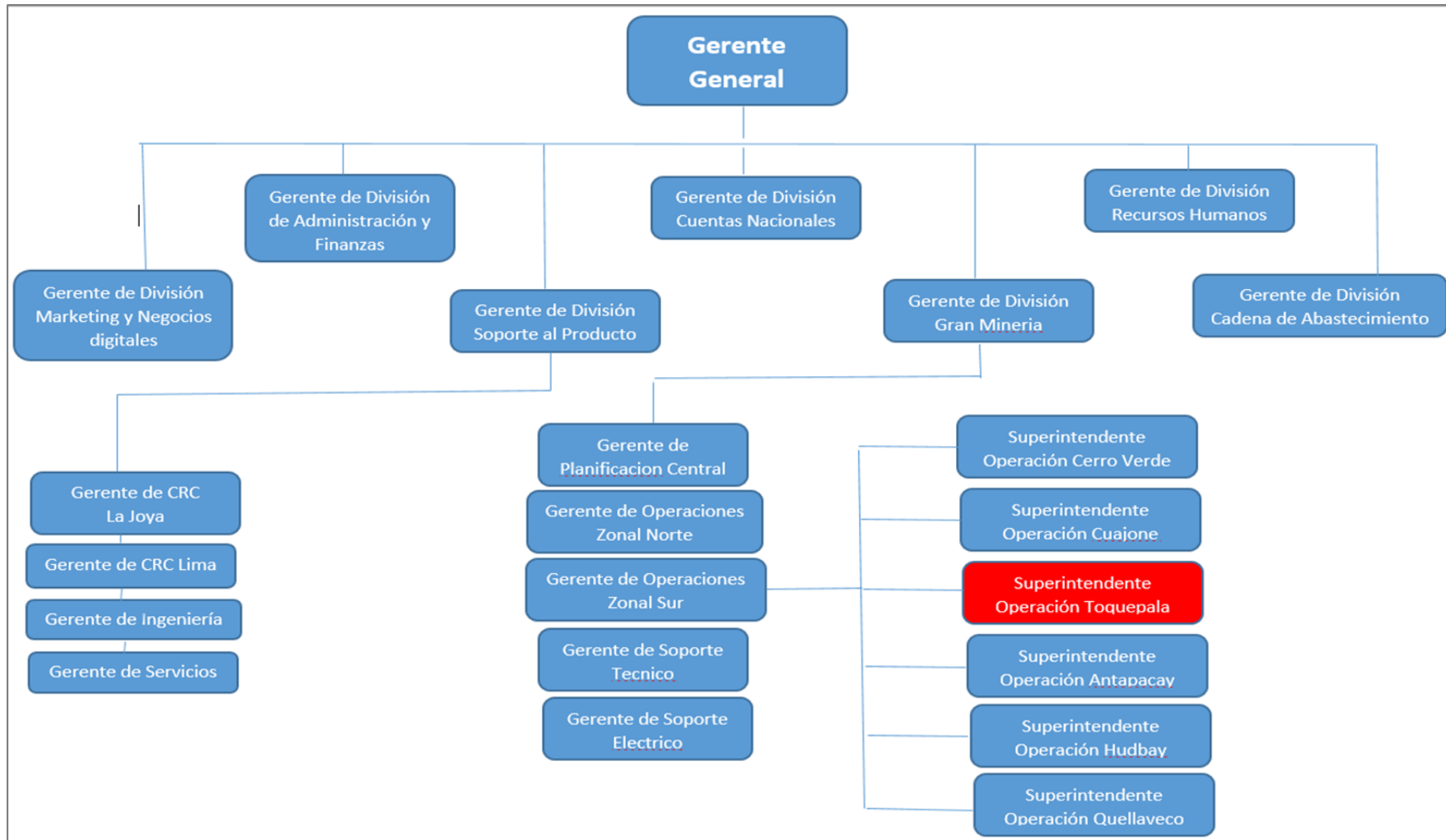
Nota. Extraído de “Nosotros” [imagen], por Ferreyros S. A., 15 de junio del 2023, Ferreyros (www.ferreyros.com.pe), copyright Ferreyros S. A.

1.4 Organigrama de la Institución o Empresa:

- Ferreyros S.A cuenta con casi 3600 trabajadores y presencia en más de 60 puntos en el país, los cuales se organizan de la siguiente forma:

Figura 2

Organigrama de la empresa Ferreyros S.A.



Nota. Elaboración propia a partir de “Nosotros”, por Ferreyros S. A., 15 de junio del 2023, Ferreyros (www.ferreyros.com.pe), copyright Ferreyros S. A.

1.5 Misión, Visión y Valores:

- **Misión:** Proveer las soluciones que cada cliente requiere, que le facilita los bienes de capital y servicios que necesita para crear valor en los mercados en los que actúa.
- **Visión:** Fortalecer el liderazgo siendo reconocidos por los clientes como la mejor opción, de manera que podamos alcanzar las metas de crecimiento.
- **Valores:** Los valores que tiene la empresa y concientiza a sus trabajadores a practicarlos son los siguientes:
 - Integridad
 - Equidad
 - Vocación de Servicio
 - Excelencia e innovación
 - Respeto a la persona
 - Trabajo en Equipo
 - Compromiso

Figura 3

Valores de la empresa Ferreyros S.A.



Nota. Extraído de “Nosotros” [imagen], por Ferreyros S. A., 15 de junio del 2023, Ferreyros (www.ferreyros.com.pe), copyright Ferreyros S. A.

1.6 Bases Legales o Documentos Administrativos:

- **Norma Corporativa sobre entrega y/o recepción de regalos, pagos, favores y otros (GEN-GCAC-NC-001):** Regula el comportamiento que debemos mantener frente a los clientes, proveedores y otros, respecto al ofrecimiento de regalos, favores, invitaciones, comisiones, honorarios, dinero o ingresos de cualquier tipo, que pudiese entregar o recibir, ya sea dentro o fuera del cumplimiento de nuestras funciones, y que excedan las reglas de la cortesía y los estándares comerciales, a fin de evitar conductas impropias y actos de corrupción.
- **Norma Corporativa sobre conflictos de interés (GEN-GCAC-NC-002):** Regula el comportamiento que debemos mantener en el desempeño de nuestras actividades, y practica en todo momento el alto contenido ético, así como la lealtad, independencia, transparencia e imparcialidad, a fin de evitar que se produzcan conflictos reales o aparentes entre propios intereses de los trabajadores y los de la Corporación.
- **Norma Corporativa de negocios con organismos del Estado y relación con funcionarios públicos (GEN-GCAC-NC-003):** Regula el comportamiento que debemos mantener cuando en el desempeño de nuestras funciones y en las diversas actividades de representación de la corporación, se tenga relación con funcionarios públicos en negocios con organismos, instituciones, empresas y demás entidades del sector público, así como en la realización de todo tipo de trámites y gestiones para la obtención de licencias, autorizaciones, certificados, permisos, entre otros.
- **Norma Corporativa sobre el control de riesgos reputacionales y de corrupción en los negocios con terceros (GEN-GCAC-NC-005):** Establece las políticas, procedimientos y mecanismos internos que permitirán identificar los riesgos a los que puedan estar expuestas en relaciones y negocios con terceros, buscando prevenir, a través del cumplimiento de los procedimientos y políticas que se describen, y verse comprometidos en algún tema de corrupción o en la comisión de algún delito relacionado.

- **Norma Corporativa de Debida Diligencia en Clientes, Proveedores y Colaboradores (GEN-GCAC-NC-008):** Establece los procedimientos y mecanismos internos que debemos seguir para conocer los antecedentes de las personas naturales o jurídicas con las vamos a interactuar comercialmente, tanto al momento de iniciar la relación como a lo largo de la misma, en especial para identificar posibles actos de corrupción.

1.7 Descripción de las Áreas donde Realiza sus Actividades Profesionales:

- Encabezando se encuentra el gerente de operaciones zona Sur de Ferreyros, quien reporta a la gerencia de división de gran minería de Ferreyros y a la gerencia de mantenimiento de la minera Southern Toquepala. Este puesto, a su vez, tiene a cargo 5 Jefaturas las cuales son La superintendencia de operaciones, jefatura de mantenimiento, jefatura de planeamiento, jefatura de logística, jefatura de administración y jefatura de cuenta.
- El superintendente de operaciones de Ferreyros reporta al gerente de operaciones zona sur de Ferreyros y al superintendente de mantenimiento de la minera southern Toquepala. Este puesto, a su vez, tiene a cargo 4 Jefaturas, las cuales son jefatura de mantenimiento, jefatura de planeamiento, jefatura de logística, y jefatura de administración.
- El Jefe de mantenimiento reporta al superintendente de operaciones de Ferreyros y está a cargo de los supervisores, tanto de la Flota camiones y la flota auxiliar, los supervisores, a su vez, están a cargo de los técnicos mecánicos como de los técnicos electricistas y de los operadores de equipos especiales.
- El jefe de planeamiento reporta al superintendente de operaciones de Ferreyros y está a cargo de los planificadores de mantenimiento, asistentes de planificación, especialistas de monitoreo de condiciones, especialistas de soporte camiones, especialistas de soporte flota auxiliar, especialistas de soporte palas y perforadoras.

- El jefe de logística reporta al superintendente de operaciones de Ferreyros y se encuentra a cargo de los supervisores de logística, asistentes de logística y operarios de logística.
- El Jefe de administración reporta al superintendente de operaciones de Ferreyros y se encuentra a cargo de los supervisores de administración y asistentes de administración.
- El Jefe de Cuenta reporta al Superintendente de Operaciones de Ferreyros y se encuentra a cargo del Representante de Ventas y el Inspector de Gets.
- Las áreas que conforman el equipo de soporte de Ferreyros en la operación Toquepala se detalla de la siguiente manera:
 - **Operaciones:**
 - Gerente Zonal Sur de Operaciones.
 - Superintendente de Operaciones.
 - **Mantenimiento:**
 - Jefe de Mantenimiento
 - Supervisores de Mantenimiento de Línea Amarilla Caterpillar Flota Camiones, Flota Auxiliares
 - Técnicos de Mantenimiento
 - **Planeamiento:**
 - Jefe de Planeamiento y Confiabilidad
 - Especialistas de Soporte de Línea Amarilla Caterpillar Flota Camiones, Flota Auxiliares, Flota Palas y Perforadoras
 - Especialistas de Monitoreo de Condiciones Línea Amarilla Caterpillar Flota Camiones, Flota Auxiliares, Flota Palas y Perforadoras
 - Planificadores de Mantenimiento para todas las flotas

- Asistentes de Planeamiento para todas las flotas
- Inspectores de campo de Línea Amarilla Caterpillar Flota Camiones, Flota Auxiliares, Flota Palas y Perforadoras
- **Logística:**
 - Jefe de logística
 - Supervisor de logística
 - Asistente de logística
 - Operario de logística
- **Administración:**
 - Jefe de administración
 - Supervisor de administración
 - Asistente de administración
- **Comercial:**
 - Jefe de cuenta
 - Representante de ventas
 - Inspector de Gets

1.8 Descripción del Cargo y de las Responsabilidades del Bachiller en la Institución y/o Empresa:

➤ Cargo desempeñado:

- Especialista de Monitoreo de Condiciones

➤ Responsabilidades del bachiller:

- Lectura y análisis de resultados de muestras de aceite por desgaste o contaminación de los elementos internos en los componentes de equipos Caterpillar

- Planes de acción a corto y mediano plazo según la criticidad de la condición expuesta en las muestras de fluidos
- Líder del área de inspección, con personal técnico a cargo para cumplir con los programas de inspección de la semana
- Generación de backlogs de inspección en campo
- Generación de backlogs por condición en muestras de fluidos
- Utilización de ensayos NDT (líquidos penetrantes, líquidos fluorescentes con linterna ultravioleta, ultrasonido, inspección mediante videoscopio, etc.)
- Generación de diagramas en tendencias (Uso de Excel y Power BI)
- Generación de límites aceptables según línea base de los fluidos para el control de los parámetros de desgaste o contaminación
- Generación de kits de instalación para cambio de componentes por Horas de servicio
- Exposiciones semanales del estado de salud de los componentes de los equipos Caterpillar a la Minera
- Descargas de VIMS, PSRPT para análisis de data
- Monitoreo de softwares en tiempo real de parámetros y eventos en operación de equipo Caterpillar (Sistema Minestar)
- Seguimiento de stock de filtros de equipos de microfiltrado y adaptadores para el proceso
- Reportes de condición semanales y mensuales
- Seguimiento a resultados de indicadores de Mantenimiento diario, semanal y mensual
- Seguimiento al consumo de fluidos del Camión

Capítulo II: Aspectos Generales de las Actividades Profesionales

2.1 Antecedentes o Diagnóstico Situacional:

- **Ubicación Accesibilidad:** La mina de producción de cobre a tajo abierto Toquepala, es un yacimiento ubicado en el sur del Perú. De acuerdo con la división política del Perú, se encuentra en la Región Tacna, Provincia de Jorge Basadre, Distrito de Ilabaya.
- **Ubicación Política:**
 - **Distrito:** Ilabaya
 - **Provincia:** Jorge Basadre
 - **Departamento:** Tacna
- **Ubicación Geográfica:**
 - **Latitud Sur:** $-17^{\circ}13'$
 - **Longitud Oeste:** $-70^{\circ}36'$
 - **Altitud:** 2300 - 3600 msnm

Figura 4

Ubicación de geográfica de Toquepala



Nota. Extraído de la *Revista del Instituto de Investigación*, por Facultad de Ingeniería Geológica, Minería, Metalúrgica y Geográfica (FIGMMG), 2017, copyright FIGMMG

2.2 Identificación de Oportunidad o Necesidad en el Área de Actividad Profesional:

- Como empresa del rubro Minero, Ferreyros, en la Operación Toquepala, se encarga del cumplimiento del Contrato MARC, que, junto a la Minera SPCC Southern Toquepala, celebraron para prestar servicios de mantenimiento y reparación. El contrato MARC (Maintenance and Repair Contract) está relacionado a todas las actividades de Mantenimiento (Preventivo, Correctivo y Predictivo), reparación y gestión administrativa de los servicios asociados a la atención de los equipos en campo a través del personal de soporte involucrado.
- Ferreyros cuenta con un equipo de profesionales los cuales se conforman entre varias áreas como son mantenimiento, planeamiento y confiabilidad, logística administración y comercial.
- Para el proyecto de Reducción de fallas, optimización del uso de aceite del sistema hidráulico y el impacto positivo en la disponibilidad de los equipos se tuvo que aplicar un sistema de microfiltrado que estuvo a cargo principalmente del especialista de monitoreo de condiciones el cual pertenece al área de planeamiento y confiabilidad.
- El Trabajo de suficiencia profesional sobre la aplicación de Microfiltrado del sistema Hidráulico liderada por el especialista de Monitoreo de condiciones se desarrolló en función a los constantes impactos negativos en operación de los equipos 794 AC eléctricos (paradas en campo, contaminación del sistema hidráulico, consumo del aceite a través de los constantes cambios por contaminación, pérdida de disponibilidad y baja productividad).

2.3 Objetivos de la Actividad Profesional:

- **Objetivo General:**
 - Reducir Fallas del sistema hidráulico.
 - Incrementar el % de disponibilidad Física y Contractual de los Camiones Eléctricos 794 AC Caterpillar en una mina ubicada en el sur del Perú.

➤ **Objetivos Secundarios:**

- Reducción directa de costos en el aceite de Hidráulico y Consumibles
- Incremento del Porcentaje de Utilización reflejado en la productividad respecto al tonelaje movido.
- Incremento del MTBF para la fiabilidad del funcionamiento de la máquina.

2.4 Justificación de la Actividad Profesional:

- **Primero:** El presente trabajo de suficiencia profesional se justifica con el aporte de información de la Actividad profesional sobre la experiencia que se tuvo como Bachiller de Ingeniería Mecánica trabajando para la Empresa Ferreyros en la Operación Toquepala y desempeñándome como especialista de Monitoreo de Condiciones, donde como impacto positivo para el grupo de interés se realizó la aplicación del microfiltrado para el sistema hidráulico de los camiones 794 AC eléctricos Cat.
- **Segundo:** Así mismo se justifica la actividad profesional con boletas de pago, contratos de prestación de servicios e información adicional que me fueron emitidos por la empresa Ferreyros y que compartí con la Universidad Continental, para la aprobación del inicio del proceso de titulación por trabajo de suficiencia profesional, el mismo que solicita como requisito que el bachiller pruebe que desarrollo actividades profesionales acorde al perfil de la carrera de forma continua por un periodo mínimo de un año, desde la obtención del grado de Bachiller.

2.5 Resultados Esperados:

- Uno de los principales resultados que se espera de la aplicación del sistema de microfiltrado en el sistema hidráulico es minimizar la contaminación según el código de limpieza ISO y llevarlo a tener un código cercano al recomendado por el fabricante (18/16/13), esto tendrá impactos positivos como reducir fallas de equipos en campo, en este caso los Camiones 794 AC eléctricos.
- Controlar y prevenir la contaminación por aceite, ya que esta causa aproximadamente el 80% de todas las fallas del sistema de aceite Hidráulico. La contaminación toma la forma de materiales insolubles como metales, partículas de polvo, arena y caucho

(contaminantes duros), degradación del aceite, productos como barnices, resinas y residuos de oxidación (contaminantes blandos) y agua.

- Las partículas más pequeñas, (por debajo de 5 μm), el agua libre y los depósitos de productos de degradación del aceite son a menudo responsables de los defectos del funcionamiento y desgaste prematuro de los componentes internos del sistema hidráulico.
- El incremento de la disponibilidad impactara positivamente en la productividad, al controlar y prevenir las fallas en el sistema hidráulico por contaminación.
- La reducción de fallas a raíz de obtener la limpieza del aceite hidráulico dentro de los valores permisibles permitirá incrementar el indicador MTBF que proporcionalmente se representará en un mayor tiempo y porcentaje de utilización del equipo.
- Obtener un mejor control ISO respecto a la limpieza de aceite hidráulico llevara a determinar valores permisibles más calibrados que lleven a generar un mayor beneficio en operación evitando desgastes prematuros de los componentes internos del sistema.
- Optimización del consumo constante o excesivo del aceite hidráulico al cumplir con los intervalos de servicio que recomienda el fabricante para el cambio de aceite o extender los Servicios al controlar y prevenir la contaminación a raíz de la aplicación del microfiltrado e identificación de causales de contaminación en conjunto con las inspecciones diarias del equipo que lidera el especialista de Monitoreo de condiciones en conjunto con el área de inspección.

Capítulo III: Marco Teórico

3.1 Bases Teóricas de las Metodologías o Actividades Realizadas:

- En este Capítulo se detallarán los conceptos referentes al Trabajo de Suficiencia profesional “**Aplicación de la técnica de microfiltrado para incrementar el tiempo Operativo del sistema Hidráulico en los camiones eléctricos 794 AC Caterpillar, Ferreyros S.A. – Toquepala – Tacna**”.

- **Conceptos Básicos:**
 - **Filtración:** El proceso de filtración implica la separación de partículas sólidas o gotas de líquidos o gases mediante el uso de un medio filtrante, como un filtro. Aunque, también, se utiliza en otros procesos de separación, se aplica principalmente en la filtración sólido-líquido. El líquido que se separa se conoce como filtrado, efluente, permeato o agua clara(1).

 - **Tiempo Operativo:** Tiempo en el que un activo está realizando producción primaria o producción secundaria. El equipo está en tiempo de funcionamiento. El equipo está disponible para recibir asignaciones de producción del sistema de gestión de flotas y se considera parte de la flota activa. El equipo tiene un operador asignado y el motor está en marcha (2).

 - **Sistema Hidráulico:** Un sistema hidráulico emplea un fluido a presión para operar maquinaria o desplazar componentes mecánicos. Estos sistemas se utilizan en una amplia variedad de entornos industriales, tanto grandes como pequeños, así como en edificios, equipos de construcción y vehículos. Sectores como las fábricas de papel, la industria maderera, la fabricación, la robótica y el procesamiento del acero son algunos de los principales usuarios de equipos hidráulicos (3).

- **Camión Eléctrico 794 AC (Activo):** El camión Cat 794 AC, con una potencia de 3,500 HP, se convierte en el primer vehículo de su tipo en el país con control eléctrico. Durante las pruebas realizadas con una flota de este modelo, el Cat 794 AC demostró una productividad destacada, con indicadores impresionantes, como una disponibilidad superior al 92% y una velocidad de 16 km/h en pendientes mientras esta cargad(4).

➤ **Tipos de Filtración:**

- **Filtración de torta (cake filtration):** También, conocido como filtración, las partículas sólidas se acumulan en un filtro que posee poros que impiden el paso de las partículas sólidas, formando así una capa de filtración. El objetivo es separar el sólido del fluido, y en muchas ocasiones, el material puede provenir de un sedimentador. Este proceso es fundamental en la filtración, ya que la capa de filtración se acumula con el tiempo y debe ser retirada o eliminada periódicamente.(1).
- **Filtración de lecho profundo o de medio filtrante (filter bed, bed or deep-bed filtration):** Tiene como objetivo obtener un efluente claro sin partículas finas a partir de un líquido con bajo contenido de sólidos (menos del 0.1% en peso). En este proceso, se busca eliminar sólidos muy finos y diluidos al hacerlos circular a través de un lecho granular compuesto por partículas de tamaño medio o grueso. Por lo general, se utiliza un lecho de arena, y un ejemplo común de su aplicación es la eliminación de sólidos en suspensión durante el tratamiento de agua potable, después de los procesos de floculación y sedimentación. En este caso, no se forma una capa de filtración, pero los lechos deben limpiarse periódicamente mediante la circulación inversa del fluido (2).
- **Filtración de flujo cruzado o ultrafiltración (screening and cross-flow filtration).** Los sólidos se separan del flujo de manera tangencial al medio filtrante, que en este caso son membranas. La separación ocurre de manera

continua, sin que los sólidos se acumulen en el medio filtrante. En este tipo de filtración, no todo el caudal de líquido pasa a través del medio filtrante, ya que se obtiene tanto un líquido filtrado sin solutos como una corriente de rechazo más concentrada en solutos. Las fuerzas impulsoras de la filtración pueden ser la gravedad o la presión hidrostática (sobre presión o vacío). Es importante destacar que si no hay una fuerza impulsora de presión a través del medio filtrante, no habrá flujo de filtrado (según la ley de Darcy) (3).

➤ **Carro de Filtración de Aceite:**

- Los equipos de filtración portátiles para aceite son una solución práctica para filtrar diferentes tipos de aceite, tanto nuevo como usado. Estos equipos permiten tomar muestras de aceite y transferirlo entre contenedores de almacenamiento y máquinas. Actualmente, los carros de filtración de aceite se consideran esenciales para lograr un programa de lubricación efectivo debido a sus numerosos beneficios y aplicaciones. Estos carros pueden personalizarse según las especificaciones y necesidades de cualquier planta o fabricante. La mayoría de los carros de filtración incluyen un puerto para tomar muestras de aceite y una válvula de derivación que permite que los lubricantes circulen o se transfieran sin pasar por el proceso de filtrado. Un carro de filtración confiable, también, cuenta con un sistema de advertencia que indica cuando la unidad está saturada o requiere mantenimiento. Otros beneficios y usos de los carros de filtración de aceite incluyen:

- Transferir aceite filtrado a una máquina
- Limpiar lubricantes almacenados
- Cumplir con nuevos estándares de limpieza de aceite
- Restaurar o descontaminar lubricantes actualmente en uso
- Drenar aceite usado de equipos

- Brindar funciones de control de contaminación, como limpieza de mangueras, lavado de energía, lavado con boquilla dirigida y lavado de líneas (5).
- A menudo se pasa por alto el uso de carros de filtración de aceite en el caso del aceite nuevo, pero, en realidad, ofrecen numerosas ventajas al manipularlo y almacenarlo. Filtrar el aceite nuevo se considera una práctica recomendada, especialmente cuando el aceite ha sido almacenado por más de un año o ha estado expuesto a condiciones exteriores (5).
- En términos generales, los carros de filtración son equipos versátiles que facilitan la transferencia de diversos tipos de aceite y la descontaminación tanto del aceite nuevo como del usado para cumplir con los estándares de limpieza ISO de manera sencilla y eficiente (5).

➤ **Selección de un carro de filtración de aceite:**

- Existen múltiples beneficios al utilizar un carro de filtración de aceite, pero es crucial seleccionar el adecuado, ya que de lo contrario se desperdiciará dinero, tiempo y mano de obra de manera innecesaria. Antes de adquirir un carro de filtración de aceite, es importante tener en cuenta varios aspectos (5).
- La mayoría de los carros de filtración modernos están equipados con dos filtros, uno para partículas gruesas y otro para partículas finas. Esta configuración ayuda a prolongar la vida útil del filtro de partículas finas. Para evaluar el nivel de limpieza, se utiliza el estándar ISO 4406, que clasifica la limpieza mediante el conteo de partículas en diferentes tamaños (micrones). Este estándar establece rangos numéricos para tres niveles de micrones: mayores a 4, 6 y 14 micrones. ISO 4406 es ampliamente utilizado para medir la limpieza de los fluidos (5).

- Aunque los códigos ISO proporcionan valores objetivo para determinar si el aceite cumple con ciertos estándares, no son muy útiles para identificar tendencias a lo largo del tiempo. Por lo tanto, si bien las normas ISO son útiles para establecer indicadores clave de desempeño (KPI), no deben ser la única medida para evaluar el estado del aceite usado. Además, es importante tener en cuenta que todas las bombas de los carros de filtración tienen un rango de viscosidad específico, por lo que es necesario especificar el tipo de aceite que se utilizará con el carro de filtración. Como se muestra en las pautas generales de niveles de limpieza objetivo, a medida que aumenta la viscosidad, los niveles de limpieza tienden a disminuir(5).

Tabla 1

Guías generales de nivel de limpieza objetivo

Grado de viscosidad ISO	Objetivo de limpieza por viscosidad
32	16/14/11
46	16/14/11
68	17/14/12
100	18/15/13
150	18/15/13
220	19/16/14
320	19/16/14
460	19/16/14
680	20/18/14

Nota. Extraído de “Carros de filtración: Una revisión técnica”, por Noria Corporation, 15 de junio del 2023, Noria Corporation (<https://noria.mx/carros-de-filtracion-una-revision-tecnica-2/>), copyright Noria Corporation

- **El tipo de aceite dentro de su máquina portátil de Filtración:** La viscosidad del aceite desempeña un papel crucial al decidir qué carro de filtración adquirir. Las bombas de los carros de filtración están diseñadas para funcionar con distintos niveles de viscosidad. Por ejemplo, si intenta bombear aceite de alta viscosidad de manera rápida, es probable que se generen burbujas de aire, lo cual puede dañar la bomba y provocar la oxidación del aceite. Por lo tanto, es esencial conocer el grado de viscosidad ISO (ISO VG) correspondiente a cada tipo de aceite que se filtrará con el carro de filtración. En muchas plantas, se utilizan múltiples carros de filtración de aceite para diversas aplicaciones debido a la variedad de aceites que se emplean(5).

- **En el caso de la velocidad de flujo,** si tuviera que identificar el aspecto más relevante a considerar al adquirir un carro de filtración, sería la velocidad de flujo óptima. Este aspecto está estrechamente relacionado con el aspecto económico. Los carros de filtración de aceite más potentes suelen ser más costosos, por lo que comprar uno con una potencia excesiva implicaría un gasto innecesario. Por otro lado, si la velocidad de flujo de su carro de filtración es demasiado baja, no logrará limpiar adecuadamente el aceite en el tiempo establecido, lo que podría causar daños en la maquinaria(5).
 - Se recomienda que el carro de filtración tenga la capacidad de bombear hasta el 10% del volumen del depósito de la máquina por minuto. También, puede calcular la tasa de flujo multiplicando el volumen de aceite por la cantidad de pasadas deseadas a través del filtro, y luego dividir ese valor por la cantidad de minutos o segundos disponibles. La mayoría de los proveedores ofrecen carros de filtración estándar con caudales de 5, 10 y 15 galones por minuto (GPM). Para fluidos hidráulicos con un grado ISO VG inferior a 68, generalmente, se encuentran disponibles carros de filtración con caudales de 2, 5, 10 o 20 GPM(5).

- **Uso previsto:** Como se mencionó previamente, los carros de filtración modernos tienen aplicaciones más allá de la filtración de rutina. Pueden ser utilizados para la toma de muestras de aceite, transferencia de aceites y otras actividades. Muchos de estos usos alternativos pueden requerir personalización del carro de filtración. Por ejemplo, para

realizar la toma de muestras de aceite, es necesario instalar una válvula de derivación en el carro de filtración, de manera que se pueda evitar el paso por los filtros y obtener una muestra representativa del aceite presente dentro de la máquina(5).

- **Sitio de uso:** Aunque los carros de filtración son generalmente portátiles, es posible que necesite utilizarlos en máquinas elevadas o en terrenos extremadamente irregulares. En tales casos, es importante tener en cuenta el peso del carro de filtración o elegir uno que sea fácilmente transportable. Además, es necesario considerar la fuente de energía requerida. Mientras que la mayoría de los carros de filtración son eléctricos, algunos utilizan motores accionados por aire, los cuales son ideales para áreas con altos niveles de polvo (5).

- **Selección de filtros de carro de filtración Portátil:** Los filtros están diseñados para eliminar las partículas más grandes que el tamaño de los poros del material del filtro, permitiendo que el fluido pase a través de ellos. Durante este proceso, se produce una diferencia de presión debido al tamaño de los poros del filtro, el área de superficie, la viscosidad del fluido y la cantidad de contaminantes ya capturados en el filtro. Los carros de filtración de aceite suelen contar con dos tipos de filtros: uno más grueso y otro más fino. Para seleccionar el filtro adecuado para su carro de filtración de aceite, es importante considerar la clasificación de viscosidad y temperatura del aceite que se filtrará. Incluso, pequeñas variaciones de temperatura pueden tener un impacto significativo en la viscosidad. Por ejemplo, si se filtra un aceite para engranajes con una viscosidad de 400 centistokes (Cst) a 40 °C a una temperatura de 20 °C, la viscosidad casi se duplicará(5).

Figura 5*Carro portátil de filtración de aceite*

Nota. Extraído de “Carros de filtración: Una revisión técnica”, por Noria Corporation, 15 de junio del 2023, Noria Corporation (<https://noria.mx/carros-de-filtracion-una-revision-tecnica-2/>), copyright Noria Corporation

- **Grupo de Carro Filtrador 188-3242 (Recomendación CAT):** Se utilizan para realizar la limpieza y lavado de depósitos y sistemas hidráulicos, empleando un proceso de filtración estándar con opciones de filtrado de 25, 10, 5 y 2 micrones. El carro filtrador puede ser utilizado en diversas aplicaciones de filtrado para controlar la contaminación del aceite. Una de las ventajas de este carro filtrador es su capacidad para filtrar directamente el aceite desde un depósito hidráulico, que la necesidad de transferir el

aceite a contenedores independientes para su filtrado. El aceite es bombeado a través del carro filtrador mediante una bomba de diafragma neumática. Para facilitar su uso, el carro filtrador cuenta con una manguera de succión de 3 metros (10 pies) de longitud, equipada con una conexión y desconexión rápida de tipo hembra. La tubería de retorno, también, tiene una longitud de 3 metros (10 pies) e incluye una conexión y desconexión rápida de tipo macho(6).

Figura 6

Grupo de carro de filtrador 188-3242



Nota. Extraído de Manual de Operación de herramientas de Caterpillar, por Caterpillar, 2014, copyright Caterpillar

➤ **Procedimiento de Instalación de Dializador Hidráulico:**

○ **Herramientas:**

- Conector rápido de tapó descarga tanque hidráulico.
- Adaptador de tubería llenado aceite hidráulico.
- Equipo dializador.
- Escalera de acceso a tanque hidráulico.
- Llaves para desmontaje de tapón hidráulico.
- Trapos, recipientes(7).

- **Retirar la tapa de descarga del aceite hidráulico, e instalar el conector rápido(7):**

Figura 7

Adaptación de acople de descarga de fluido Hidráulico



Nota. Extraído de procedimiento de Instalación de Dializador Hidráulico – 2019

- **Instalar el adaptador a la tubería de llenado de aceite hidráulico(7):**

Figura 8

Adaptador a tubería de llenado de fluido hidráulico



Nota. Tomada del procedimiento de Instalación de Dializador Hidráulico – 2019

- **Conectar la manguera de succión (marcada) y descarga, verificar buenas conexiones de mangueras(7):**

Figura 9

Conexión de manguera de descarga de fluido Hidráulico



Nota. Tomada del procedimiento de Instalación de Dializador Hidráulico – 2019

Figura 10

Conexión de manguera de succión de fluido Hidráulico



Nota. Tomada del procedimiento de Instalación de Dializador Hidráulico – 2019

- **Conectar la manguera de línea de aire y regular la presión de trabajo en manómetro, (valor máximo 60psi)(7):**

Figura 11

Manómetro regulado para presión de trabajo de carro filtrador



Nota. Tomada del procedimiento de Instalación de Dializador Hidráulico – 2019

Figura 12

Conexión de manguera de línea de aire de carro filtrador



Nota. Tomada del procedimiento de Instalación de Dializador Hidráulico – 2019

- **El proceso de dializado es de 4 horas, al final retirar las mangueras, realizar orden y limpieza(7).**
- **Aceite Hidráulico:**
 - Un fluido hidráulico a base de petróleo que se utiliza en un sistema hidráulico industrial desempeña varias funciones esenciales. Además de ser un medio para la transmisión de energía, también, actúa como lubricante, sellante y medio de transferencia térmica. Es crucial que el fluido cumpla con estos requisitos para optimizar la potencia y eficiencia del sistema, al mismo tiempo que reduce el desgaste y el riesgo de averías en los equipos(8).
 - La viscosidad es una medida de la resistencia de un fluido al flujo y puede verse afectada por diversos factores, ya sea directa o indirectamente. En los sistemas hidráulicos, existen componentes móviles, algunos de los cuales están diseñados con tolerancias muy estrechas, que requieren una adecuada lubricación por parte del fluido hidráulico. La viscosidad del fluido debe ser lo suficientemente alta

para garantizar la formación de una película fluida entre las superficies móviles, pero no tan alta como para generar una fricción excesiva. Si la resistencia al flujo es demasiado alta, se producirá una fricción excesiva dentro del sistema, lo que resultará en una reducción de la potencia de salida, pérdida de energía y generación de altas temperaturas. Todo esto no solo disminuirá la vida útil del fluido, sino que, también, generará ineficiencias en el sistema hidráulico(8).

- El índice de viscosidad (I.V.) es una medida de la capacidad de un fluido para resistir cambios en su viscosidad a medida que varía la temperatura. A mayor valor de (I.V.), menor será la tendencia del fluido a cambiar su viscosidad en respuesta a cambios en la temperatura(8).
- Los fluidos hidráulicos desempeñan un papel crucial no solo en la transmisión de potencia, sino, también, en la lubricación de las piezas del sistema. Las bombas hidráulicas modernas operan a altas presiones y velocidades, lo que puede generar condiciones de lubricación con una película delgada y potencialmente causar daños mecánicos. Sin embargo, los fluidos hidráulicos están formulados con aditivos protectores especiales para prevenir tales daños(8).
- La estabilidad a la oxidación se refiere a la capacidad de un fluido para resistir la degradación química causada por la oxidación en presencia de aire, calor y otros factores. La resistencia a la oxidación es una propiedad fundamental en los fluidos hidráulicos. La formación de barnices y sedimentos insolubles debido a la oxidación del fluido puede afectar negativamente el rendimiento de un sistema hidráulico. Estos barnices y sedimentos pueden obstruir líneas, mallas y filtros, y dificultar el funcionamiento normal de las válvulas. La eliminación de estos contaminantes del sistema puede resultar costosa y requerir mucho tiempo(8).
- Cuando los sistemas hidráulicos funcionan en condiciones frías, es importante garantizar que el fluido pueda fluir correctamente en el lado de succión de la bomba. El punto de fluidez es un indicador clave en este aspecto, ya que

representa la temperatura más baja a la cual el fluido puede mantener su fluidez bajo presión atmosférica(8).

- Los sistemas hidráulicos industriales suelen contar con una ventilación en el depósito de aceite. Esto permite que el fluido entre en contacto con el aire exterior, lo que puede ocasionar la condensación de humedad y su mezcla con el aceite. El agua libre que se forma se separa rápidamente y puede ser drenada del fondo del tanque. Sin embargo, eliminar el agua que se emulsiona con el fluido resulta más difícil(8).
- Mantener un sistema hidráulico convencional libre de agua en todo momento es difícil. Incluso, en condiciones favorables, la presencia de óxido es una posibilidad y un problema potencial. El óxido puede rayar las superficies en contacto, formar depósitos en las tuberías, obstruir los conductos y dañar las válvulas. Los ejes de los cilindros hidráulicos a menudo están expuestos directamente al clima, y cualquier corrosión en sus superficies altamente pulidas puede comprometer los sellos a su alrededor(8).
- Cuando el aceite hidráulico se agita en presencia de aire, puede generarse espuma y atrapamiento de aire. Estas condiciones pueden ser el resultado de un diseño inadecuado de las tuberías, como una línea de retorno de aceite que se encuentra en la parte superior en lugar del fondo del depósito. El aire atrapado (pequeñas burbujas de aire dispersas en el cuerpo principal del fluido) representa un problema ligeramente más grave que la espuma. El aire es compresible, y cuando se mezcla con el fluido hidráulico, causa un funcionamiento lento y errático del sistema(8).

Figura 13

Componente hidráulico: cilindro cromado



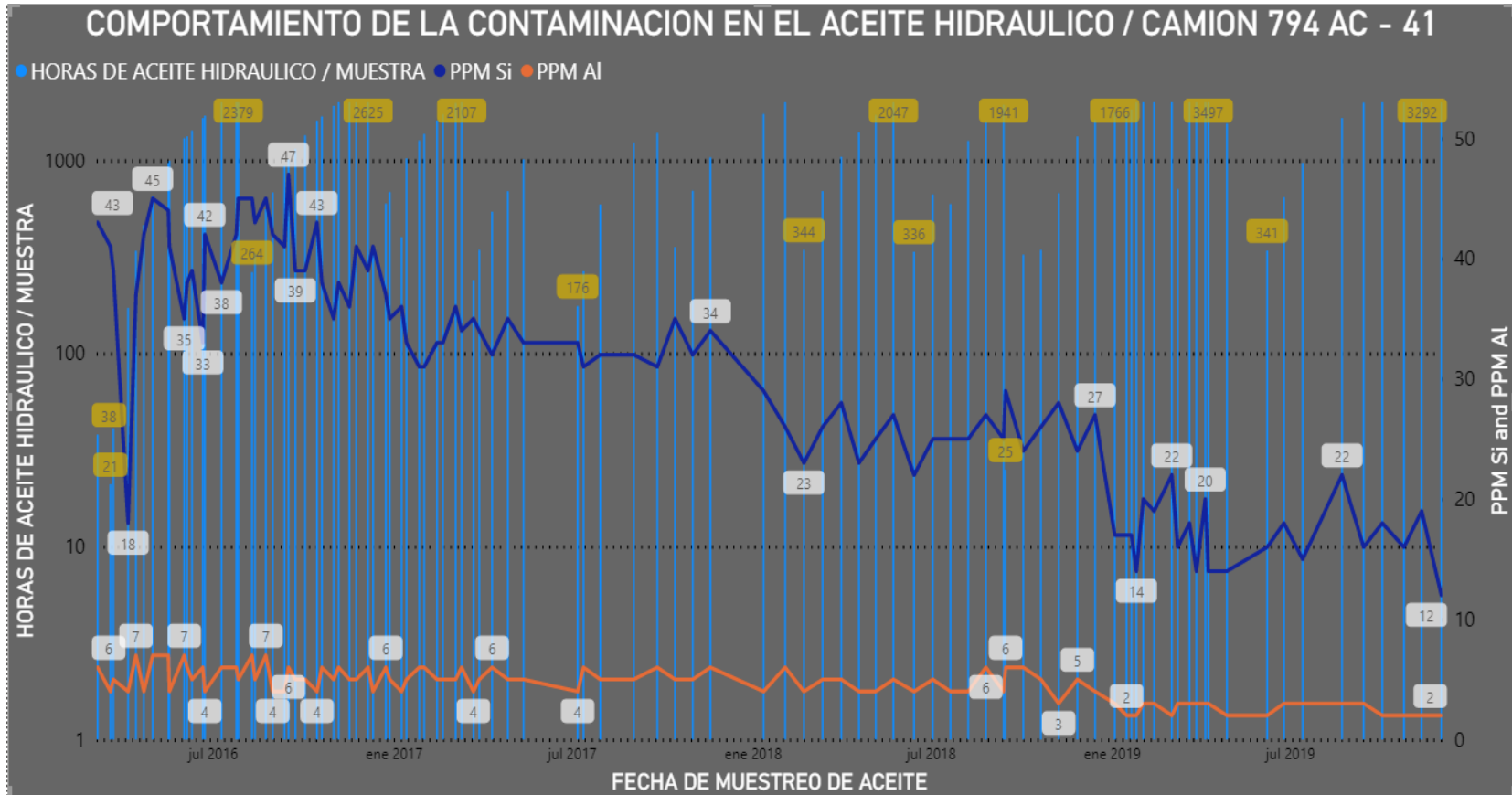
Nota. Tomada del Manual Genérico de Análisis de aceite Maquinaria Pesada

- **Análisis de Fluidos:** El Análisis de Fluidos S·O·S se paga por sí mismo debido al ahorro en costo y al valor añadido cuando el Análisis S·O·S le ayuda a:
 - Detectar problemas a tiempo
 - Reducir los tiempos de reparación y evitar tiempos muertos no programados.
 - Lograr una vida máxima de los componentes
 - Verificar las prácticas de mantenimiento
 - Aumentar el valor del equipo usado(8).

- Lectura de un informe del programa S·O·S, Leer un informe SOS es bastante fácil, ya que el informe se divide en información del Equipo, una historia del aceite, materiales de desgaste, pruebas físicas y químicas, y resultados de la condición del aceite(8).

Figura 14

Imagen hecha en POWER BI de la tendencia de Si y Al en el Fluido Hidráulico, Historial de un Camión 794 AC.



Nota. Extraído de los resultados de aceite hidráulico enviados por el laboratorio de Análisis de FERREYROS S.A. (Historial)

Figura 15

Formato de resultado de análisis de Muestra de aceite usado por el Laboratorio de Ferreyros S.A.

SAMPLE INFORMATION		ELEMENTAL ANALYSIS											FT-IR ANALYSIS					PCJ	PARTICLE COUNT			PHYSICAL						
Date Taken	Hrs/Miles On Equip On Oil	Cu Copper	Fe Iron	Cr Chrome	Ni Nickel	Pb Lead	Sn Tin	Al Alumin	Si Silicon	Na Sodium	K Potasio	Mo Moly	Oil Condition					Ferrous Debris	10 Micron per mL	ISO Code	Particle Volume	Anti- Freeze	Fuel Dilution	Water				
05-07-04		2	12	0		6	0	4	172	1	0																	
OIL CHANGE HISTORY											EVALUATION / RECOMMENDATION																	
Date Taken	Make-Up Oil	Changed Oil Filter		Oil Brand	Visc Label	Visc cSt 40°C	Visc cSt 100°C	SILICIO MUY ELEVADO, INSPECCIONAR POSIBLES FUENTES DE CONTAMINACION. Revisar Estado/Ajuste/Limpieza de Sist/Admision.																				
05-07-04		Unk	Unk	Unspec	Unspec		20.3	<small>For sample taken 5/7/2004</small> <small>1 sample SCS Analyt</small> <small>Jose Arana</small> <small>IF FYI - This sample took 5 day(s) to reach the SCS Lab.</small>																				

204372593 **CATERPILLAR CERTIFIED - FULL SERVICE LABORATORY**

*El propósito de este análisis es proporcionar para determinar desgaste mecánico, contaminación, variación del aceite y detectar anomalías. No debe utilizarse como garantía explícita o implícita que no ocurrirá una falla del equipo o seguro de sus componentes.

Date Processed 12/05/2004 Ferreyros SAA - Lab. Análisis Fluidos - Av. Industrial 675, Apartado 150, Lima-Perú • Telef: (511) 336-7070 • Fax: (511) 336-8844

FERREYROS VTAS. CASH

Nota. Extraído de Manual Genérico de Análisis de aceite Maquinaria Pesada(8)

Figura 16

Proceso de análisis realizado por el Laboratorio de Ferreyros S.A.



Nota. Extraído de Manual Genérico de Análisis de aceite Maquinaria Pesada

Tabla 2*Historial de resultados ISO de muestra de aceite Hidráulico Camión 794 AC*

Equipo	Year	ISO
41	2016	19/15/11
41	2016	20/15/10
41	2016	20/15/11
41	2016	20/16/10
41	2016	20/16/12
41	2016	20/17/14
41	2016	21/15/12
41	2016	21/16/12
41	2016	21/17/10
41	2016	21/18/12
41	2016	21/18/13
41	2016	21/18/14
41	2016	21/18/15
41	2016	22/16/10
41	2016	22/18/11
41	2016	22/18/12
41	2016	22/18/13
41	2016	22/19/13
41	2016	22/19/16
41	2016	22/20/16
41	2016	23/19/13
41	2016	23/20/12
41	2016	23/20/14
41	2016	24/23/20

Equipo	Year	ISO
41	2017	20/20/17
41	2017	21/16/12
41	2017	21/17/11
41	2017	21/17/14
41	2017	21/18/15
41	2017	22/17/12
41	2017	22/17/14
41	2017	22/18/12
41	2017	22/18/13
41	2017	22/18/14
41	2017	22/19/13
41	2017	22/19/15
41	2017	22/20/14
41	2017	22/20/15
41	2017	22/21/16
41	2017	23/22/17

Equipo	Year	ISO
41	2019	19/16/11
41	2019	19/17/13
41	2019	19/17/15
41	2019	19/18/10
41	2019	19/18/13
41	2019	19/18/14
41	2019	19/18/16
41	2019	19/20/16
41	2019	19/20/17
41	2019	19/20/18
41	2019	20/15/10
41	2019	20/17/12
41	2019	20/17/13
41	2019	20/18/12
41	2019	20/18/15
41	2019	20/20/15
41	2019	20/21/17
41	2019	21/17/10
41	2019	21/17/12

Equipo	Year	ISO
41	2018	19/15/11
41	2018	20/15/10
41	2018	20/18/13
41	2018	20/19/16
41	2018	20/21/17
41	2018	20/22/18
41	2018	20/22/19
41	2018	21/15/10
41	2018	21/15/11
41	2018	21/16/12
41	2018	21/17/13
41	2018	21/19/12
41	2018	21/19/16
41	2018	21/20/14
41	2018	21/21/17
41	2018	21/22/19
41	2018	22/20/18
41	2018	22/21/18

Equipo	Year	ISO
41	2020	19/15/9
41	2020	19/16/11
41	2020	19/17/11
41	2020	19/21/17
41	2020	20/14/10
41	2020	22/21/18
41	2021	20/20/15

Nota. Tomada de los resultados de aceite hidráulico enviados por el laboratorio de Análisis de FERREYROS S.A. (Historial).

➤ **Análisis de Partículas utilizadas según Código ISO 4406:99.**

- La Organización Internacional de Normalización (ISO) creó la norma de limpieza 4406:1999 para cuantificar los niveles de contaminación de partículas por mililitro de fluido en tres tamaños: **4μ[c]**, **6μ[c]** y **14μ[c]**. Así mismo, según esta norma ISO se expresa en grupos de 3 números: 19/17/14. Cada código numérico representa un nivel de contaminantes de partículas para el tamaño correspondiente. El código abarca todas las partículas del tamaño especificado y mayores. Es crucial tener en cuenta que, a medida que aumenta el número del código, el rango de cantidad de partículas se duplica(9).

- Al establecer los códigos de limpieza ISO para fluidos en sistemas hidráulicos y de lubricación, es importante tener en cuenta los objetivos que se deben lograr. Estos objetivos incluyen maximizar la confiabilidad y seguridad del equipo, reducir los costos de reparación y reemplazo, prolongar la vida útil del fluido, cumplir con los requisitos de garantía y minimizar el tiempo de inactividad de producción. Una vez que se establece un código de limpieza ISO como objetivo, se deben seguir una serie de pasos para alcanzarlo, controlarlo y mantenerlo, lo que resultará en recompensas significativas(9).

- El primer paso para determinar un código ISO objetivo para un sistema es identificar el componente más delicado dentro de ese sistema o el componente más sensible abastecido por un depósito central. En caso de que un depósito central suministre varios sistemas, se debe mantener una limpieza general o se debe proteger el componente más sensible mediante filtración que purifique el fluido hasta alcanzar el objetivo antes de que el fluido llegue a dicho componente(9).

➤ **Analizador de Partículas 170-8500 Caterpillar:**

- Es un equipo de tecnología avanzada, portátil, para analizar eficazmente la contaminación por partículas, es un sistema autónomo diseñado para analizar la contaminación por partículas de sistemas presurizados y no presurizados. Al tratarse de un equipo portátil, el control de la contaminación puede realizarse en el campo. El analizador de partículas permite analizar fluidos de base mineral, como los aceites del sistema hidráulico y/o dirección asistida(10).
- El analizador de partículas utiliza tecnología de sensores por rayo láser rojo para contar y analizar las dimensiones de las partículas presentes en un fluido. Esta tecnología es la misma de los analizadores de partículas utilizados en los análisis de aceite S·O·S y otras aplicaciones en las fábricas de Caterpillar. El analizador de partículas portátil Caterpillar realiza el análisis en 90 segundos, por lo que las pruebas pueden realizarse una detrás de otra pulsando la tecla "Start" o ajustando el analizador para que efectúe automáticamente las pruebas de forma continua. La batería interna permite realizar 60 pruebas sin recargarla(10).
- El equipo incluye una pantalla digital y una impresora para visualizar o imprimir los resultados de las pruebas. Un programa informático y una conexión con un ordenador permiten descargar los datos en un PC (suministrado por el distribuidor). El analizador de partículas es un instrumento complejo, diseñado para ser fiable, simple y de fácil manejo. Las mayores ventajas del equipo se consiguen cuando se usa regularmente, en particular como una herramienta de análisis de tendencias y un comparador eficaz(10).

➤ **Toma de muestras a alta presión:**

- El procedimiento de toma de muestras a alta presión debe utilizarse cuando la presión esté comprendida entre 4 y 400 bares, 400 y 40.000 kPa (58 y 5800 lb/pulg²).

- Abra el orificio de entrada a alta presión ("HP Input")(1, figura 7), desatornillando la cubierta.
- Conecte la manguera de alta presión 170-8506 (manguera negra, con un conector hembra Mini-Mess en cada extremo) al orificio de entrada a alta presión ("HP Input").
- Coloque y apriete con la mano un adaptador 9U-6794 en la manguera de alta presión.
- Conecte la manguera de alta presión al racor de desconexión rápida o válvula de toma de muestras de aceite.
- Coloque un racor de desconexión rápida 6V-4144 o S·O·S 210-5530 al orificio de análisis de muestras de aceite.
- Conecte una manguera de baja presión (manguera corta, transparente) al orificio de salida a alta presión ("HP Output") (2 de la figura 7).
- Coloque el extremo suelto de la manguera de baja presión en el recipiente de recogida de la muestra de fluido(10).

➤ **Toma de muestras a baja presión:**

- El procedimiento de toma de muestras a baja presión debe utilizarse cuando la presión esté comprendida entre 0 y 4 bares, 0 y 400 kPa (0 y 58 lb/pulg²).
- Abra el orificio de entrada a baja presión ("LP Input") (2, figura 7), desatornillando la cubierta.
- Conecte la manguera de baja presión 188-0639 (manguera transparente) al conector de baja presión y apriétela con la mano
- Coloque el extremo suelto de la manguera de baja presión en el recipiente de recogida de la muestra de fluido.

- Abra el orificio de salida a baja presión ("LP Output") (1, figura 7), desatornillando la cubierta
- Quite el conector macho Mini-Mess del orificio de salida a baja presión ("LP Output") y coloque un conector macho de 1/4 de pulgada (Parker GE06LR1/4EDA3C). Para quitar el conector original utilice una llave o un adaptador de 1/4 de pulgada suministrado por el fabricante de la máquina
- Conecte una manguera de baja presión (manguera corta, transparente) al orificio de salida a baja presión ("LP Output")
- Coloque el extremo suelto de la manguera de baja presión en el recipiente de recogida de muestras de fluido(10).

Tabla 3

Descripción y especificaciones del Analizador de Partículas 170-8500

Cuadro A. Analizador de partículas 170-8500	
Descripción	Especificaciones
Pantalla	LCD retroiluminada
Forma de entrada de los datos	Teclado/pantalla táctil
Capacidad de medición	Sistemas presurizados (alta presión) 400-40000 kPa (58-5800 lb/pulg ²) Sistemas no presurizados (baja presión) 0-400 kPa (0-58 lb/pulg ²)
Caudal (ajustable)	Hasta 25 mL/min
Rango de tamaño de las partículas	4 - 30 micras (certificación ISO-11171)
Capacidad de almacenamiento de datos	1500 pruebas
Duración del análisis	90 segundos
Masa de la unidad	9 kg (20 lb)
Dimensiones	300 x 140 x 300 mm (11,8 x 5,5 x 11,8 pulg)
Temperatura ambiente	5°C a 40°C (40°F a 104°F)
Temperatura de la muestra	71°C (160°F) (máxima recomendada)
Viscosidad máxima del aceite	300 cSt
Alimentación	Batería interna, 100 - 240 VAC 50/60 Hz, o fuente de alimentación externa (12 - 24 V CC)
Humedad relativa	Máxima, 70%
Calibración	ISO-11171
Interfaz con el ordenador	RS-232 (Equipos con número de serie anterior al 400-1006) USB (A partir del número de serie 400-1006-UP)

Nota: Tomada del Manual del Analizador de partículas Caterpillar para el fluido hidráulico

3.2 Características del Camión Eléctrico Caterpillar 794 AC:

➤ Especificaciones de Camión 794 AC:

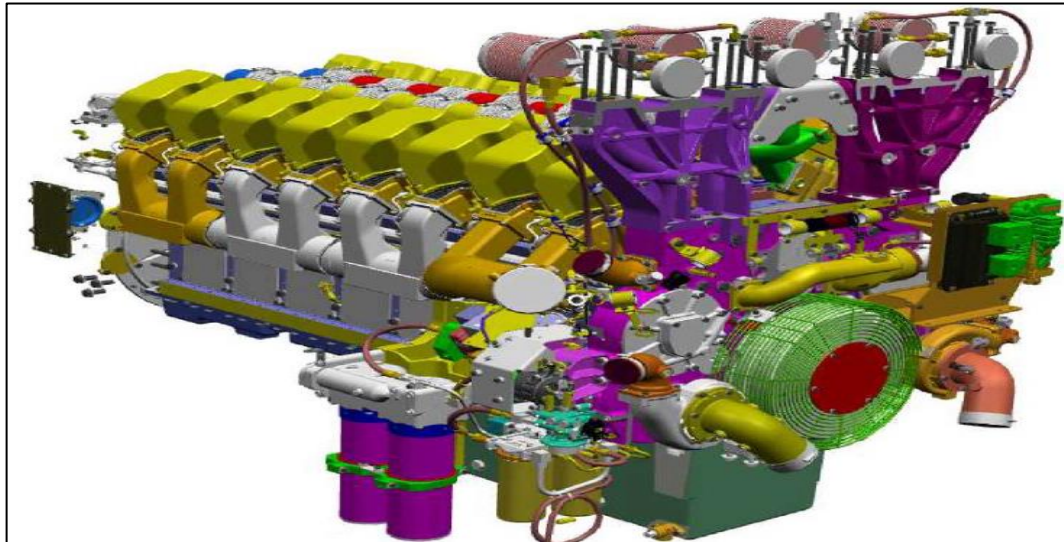
- Motor: C175-16 HAA
- Potencia: 3500 HP
- Capacidad de carga útil: 320 Ton
- Inversor: IGBT
- Generador: 2700 VC
- Motor de Tracción: 1960 VA
- Retardador Dinámico: 5480 HP
- Frenos: 80% / 20%
- Enfriamiento: VHV
- Tipo de Tolva: HE
- Sistema de Monitoreo: PLE
- Velocidad Maxima: 64 Km/h

➤ Motor C175 – 16:

- Gran altitud (HAA), para altitudes mayores de 1981m y menores de 4267 m
- Diseño robusto que ofrece una larga vida útil y reutilización
- Sistema estándar de filtración de aceite COF / SCF
- 4 Turbos TCT(11).

Figura 17

Motor C175-16 Caterpillar para los camiones Eléctricos 794 AC



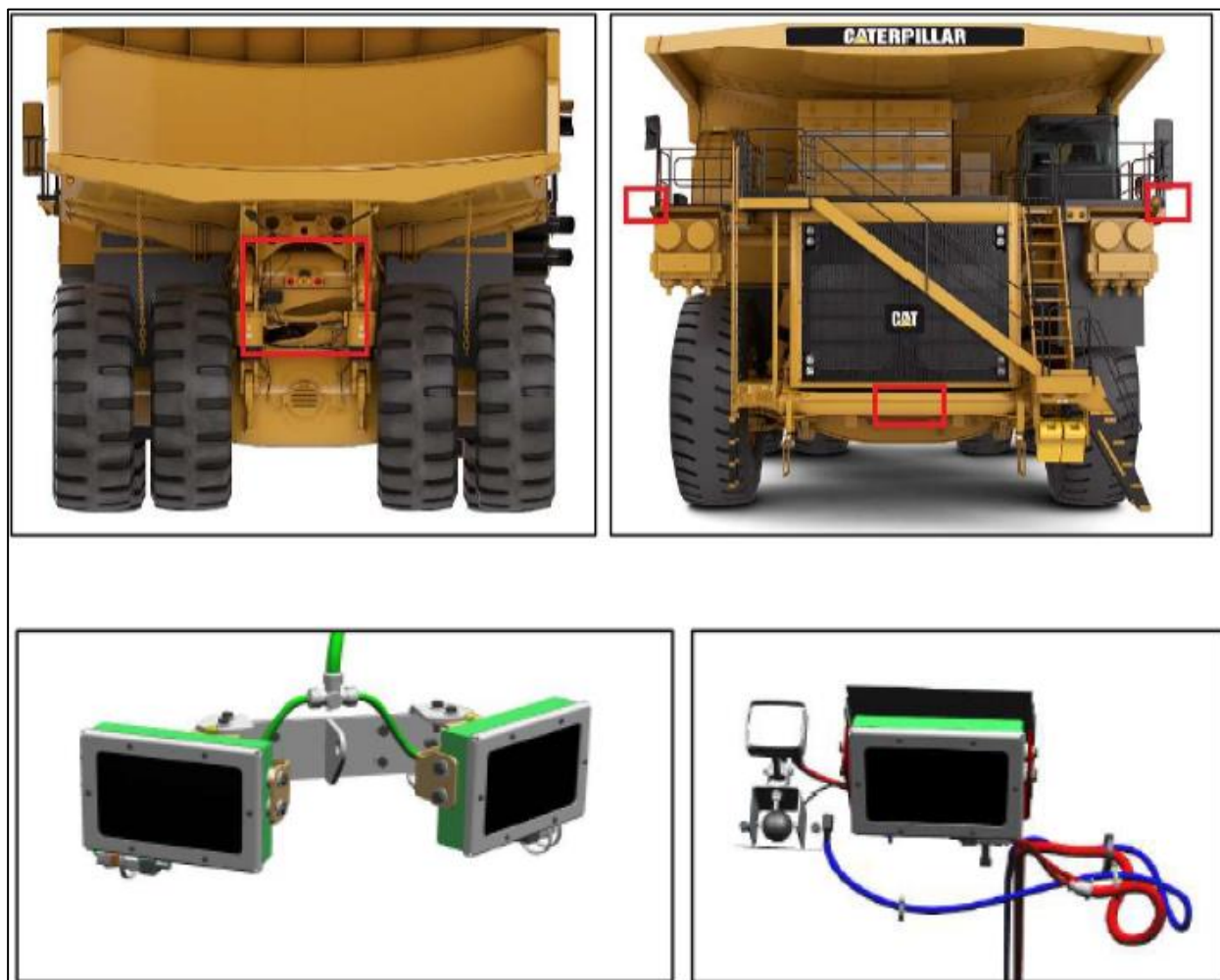
Nota. Tomada del Manual Genérico de Ferreyros S.A. 2020

➤ **Sistema Detect:**

- El sistema de detección utiliza radar y cámaras para mantener alerta al operador.
- El sistema incluye 4 cámaras, así como 8 radares de rango medio
- La detección se activa automáticamente a bajas velocidades o cuando el equipo se detiene.
- Esto puede aumentar la productividad del operador, disminuir el potencial riesgos de seguridad y aumentar la confianza del operador.(11)

Figura 18

Cámaras del sistema de Detección para los camiones Eléctricos 794 AC



Nota. Extraído de Manual Genérico de Ferreyros S.A. 2020

➤ Tolva HE:

- La tolva tiene el tamaño y la configuración para cumplir con las necesidades específicas indicadas por la fragmentación, la abrasión, la cohesión y la herramienta de carga, a fin de maximizar la capacidad de carga útil del camión.
- El techo, la parte delantera y el suelo curvos refuerzan toda la caja como estructura.
- La solidez de las placas base permite minimizar el desgaste(11).

Figura 19

Tolvas HE para los camiones Eléctricos 794 AC



Nota. Extraído de Manual Genérico de Ferreyros S.A. 2020

➤ **Tubo de escape:**

- Tubo de escape para descarga lateral.
- El escape lejos del motor ayuda evitar el sobrecalentamiento del motor.
- A medida que el escape sale del silenciador, se orienta hacia la parte trasera del camión
- Solo para uso con máquinas de gran altitud LRC(11)

Figura 20

Tubo de escape de descarga lateral para los camiones Eléctricos 794 AC



Nota. Extraído de Manual Genérico de Ferreyros S.A. 2020

➤ Pantalla Digital:

- Esta es una pantalla digital externa de la carga útil se encuentra en los lados izquierdo y derecho de la máquina
- En el lado izquierdo del camión, la pantalla está en el lado de la cabina, y en el lado derecho del camión, la pantalla está en la plataforma RH.
- Dado que la pantalla está montada externamente en ambos lados del camión, es visible para todo el personal que está cerca del equipo(11).

Figura 21

Display de Payload para los camiones Eléctricos 794 AC



Nota. Extraído de Manual Genérico de Ferreyros S.A. 2020

Escalera Eléctrica:

- Esta opción proporciona una escalera eléctrica y pasamanos en el parachoques delantero para acceso a nivel del suelo a la máquina.
- Los controles para la escalera están en el nivel del parachoques y en la parte superior de la máquina(11).

Figura 22

Escalera eléctrica de acceso de Operador para los camiones 794 AC



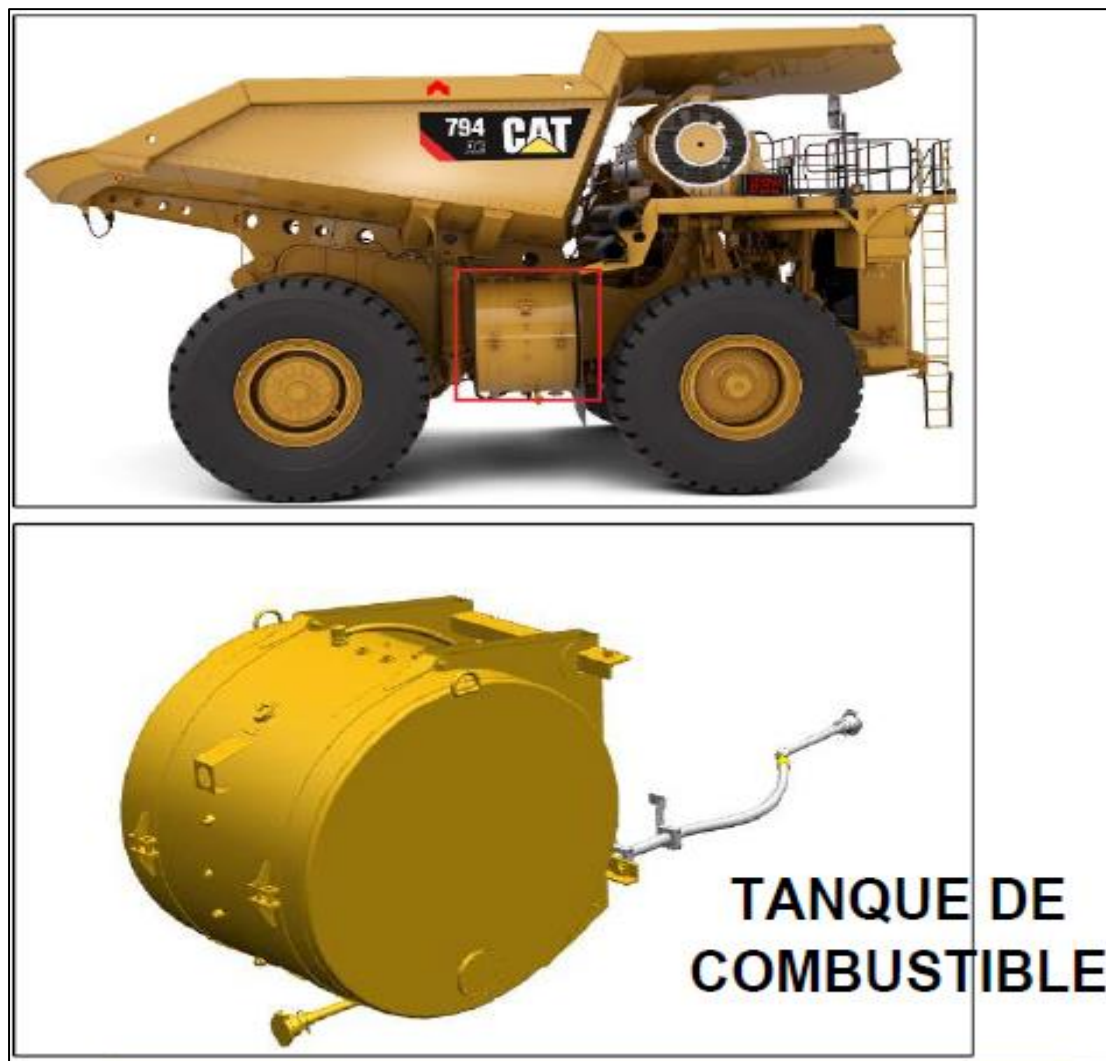
Nota. Extraído de Manual Genérico de Ferreyros S.A. 2020

➤ **Tanque de combustible:**

- Este tanque de combustible es de 1.300 Gal (4922 L) ubicado el lado izquierdo (al lado del tanque hidráulico) (8).

Figura 23

Tanque de Combustible para los camiones Eléctricos 794 AC

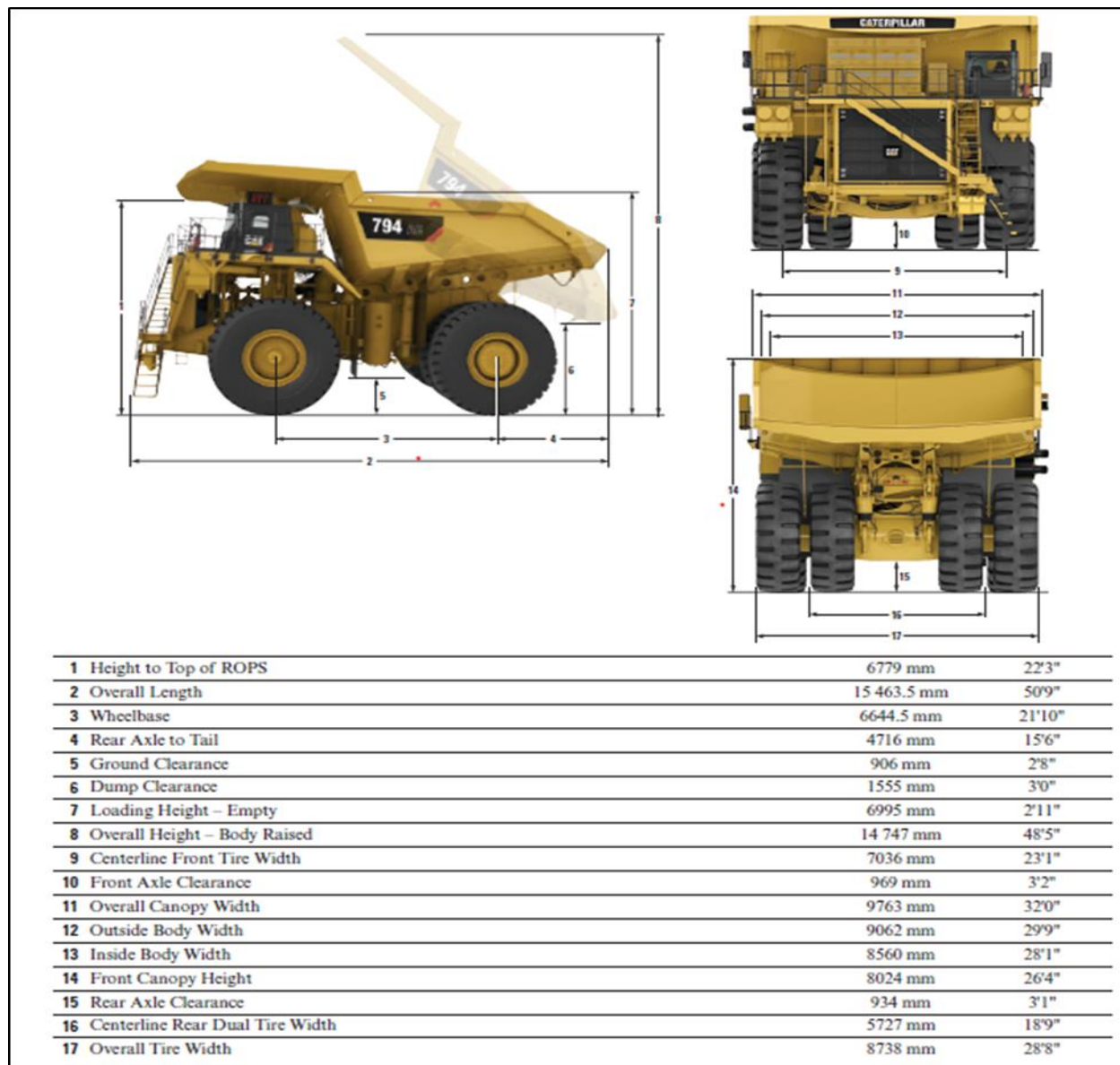


Nota. Extraído de Manual Genérico de Ferreyros S.A. 2020

- El camión minero Caterpillar 794AC eléctrico es un equipo de acarreo con una capacidad de carga de 320 toneladas cortas o 291 toneladas métricas. Un motor C175-16 de 3500 hp suministrará potencia incrementada con más precisión en el control de la inyección de combustible(12).
- El camión tiene una longitud total de 15.46 metros, un ancho de 9.69 metros, una altura con carga en vacío de 8.04 metros y una altura con tolva levantada de 14.75 metros(12).

Figura 24

Imagen de Dimensiones de los camiones Eléctricos 794 AC



Nota. Extraído de Specalog de Caterpillar 2019 - correspondiente al modelo 794 AC

- En el Camión eléctrico Caterpillar 794 AC el compartimiento del sistema Hidráulico para el aceite tiene una capacidad total de almacenamiento de 385 galones, el aceite utilizado en Operación del Equipo para este compartimiento es el aceite Mobile SAE 10W, es por eso que al tener un grado de contaminación elevado se procedía al cambio de aceite por condición a muy tempranas horas, teniendo que muchas veces drenar el

fluido hidráulico en su totalidad y llenar nuevamente aceite limpio, llevando a un incremento en el presupuesto del mantenimiento por el cambio de aceite ante la condición.

Tabla 4

Capacidades de Fluidos por compartimiento del Camión Eléctrico 794 AC

Componente o sistema	Litros	Galones de EE.UU.
Sistema de enfriamiento del motor	799	211
Aceite de motor con filtro	312	82,4
Tanque hidráulico	1.121	296
Sistema hidráulico (incluido el tanque)	1.458	385
Cada rueda delantera	27,5	7,3
Cada mando final	254	67
Tanque de Combustible (estándar)	4.922	1.300
Bomba de mando eléctrica (escalera mecánica)	3,31	0,875
Lavaparabrisas	5,7	1.5
	kg	lb
Refrigerante ⁽¹⁾ .	1,81	4
Sistema de autolubricación (incluido el tanque)	66	145,5
	mL	oz
Bomba eléctrica de lubricación (autolubricación)	444	15
Aceite refrigerante (compresor) ⁽¹⁾	180	6
Aceite refrigerante (grupo de tuberías) ⁽¹⁾	137	4,63

Nota. Extraído de Manual digital Sis Cat Web – Manual de operación y mantenimiento

3.3 Flujo de aceite en sistemas Hidráulicos del Camión Eléctrico 794 AC:

➤ **Sistema de Dirección:**

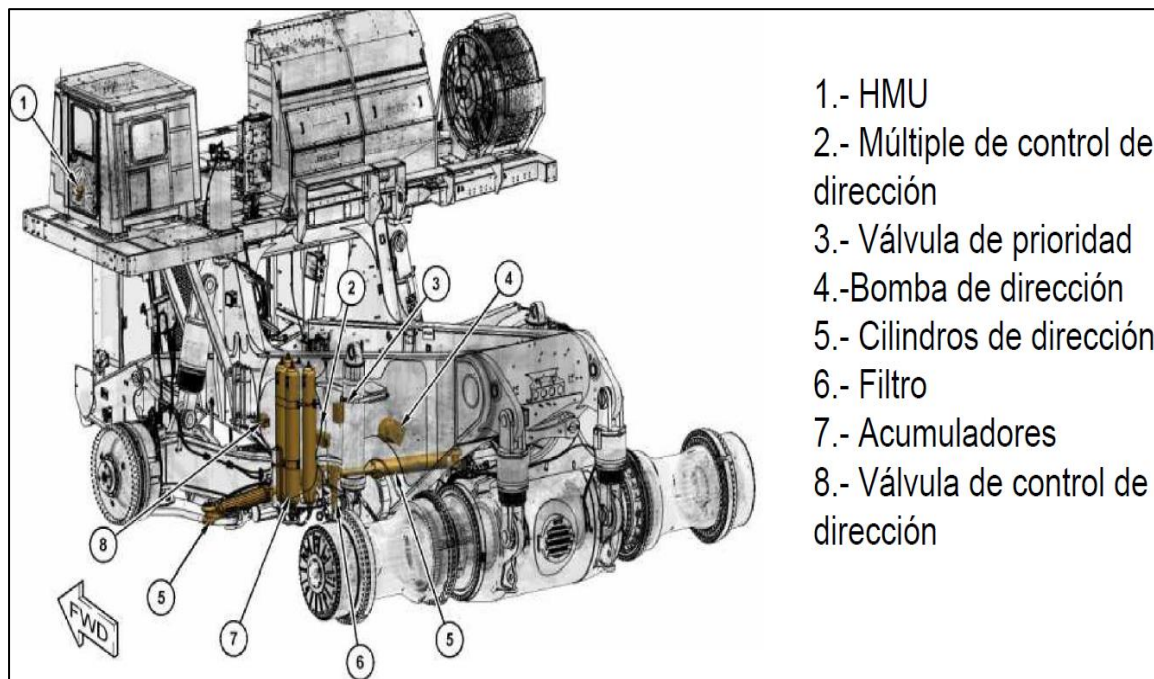
- El sistema de dirección del vehículo utiliza un sistema hidráulico activo en el que no hay conexión mecánica entre el volante de dirección y los cilindros de

dirección. Se trata de un sistema de dirección con control cerrado que cuenta con detección de carga. La bomba de dirección es una bomba de pistones de desplazamiento variable que se encuentra montada en el mando de la bomba. Un enlace de control del generador impulsa el mando de la bomba. Además de la dirección, la bomba, también, suministra aceite a otros sistemas, como el sistema de frenos, el ventilador de enfriamiento del tren de transmisión, el sistema de lubricación del mando final y la válvula de reducción de presión de señal piloto del sistema del dispositivo de levantamiento(13).

- La bomba de dirección solo está en funcionamiento cuando el motor está encendido. Un conjunto de válvula de solenoide y múltiple controla el flujo de salida de la bomba de pistones de dirección. Este conjunto de válvula de solenoide y múltiple prioriza el sistema de dirección. Una vez que se satisfacen las necesidades del sistema de dirección, el conjunto de válvula de solenoide y múltiple dirige el flujo de aceite hacia los otros sistemas(13).
- La bomba dosificadora de dirección se activa mediante el múltiple de control para girar la máquina. Su función es dosificar la cantidad de aceite que se envía al amplificador de flujo de acuerdo con la velocidad a la que se gira el volante de dirección. A medida que se gira el volante de dirección a mayor velocidad, se aumenta el flujo de aceite que se dirige hacia los cilindros de dirección, lo que provoca un cambio más rápido en la dirección de las ruedas(13).

Figura 25

Sistema de dirección de los camiones Eléctricos 794 AC



Nota. Extraído de Manual Digital Sis Web Caterpillar, 2016

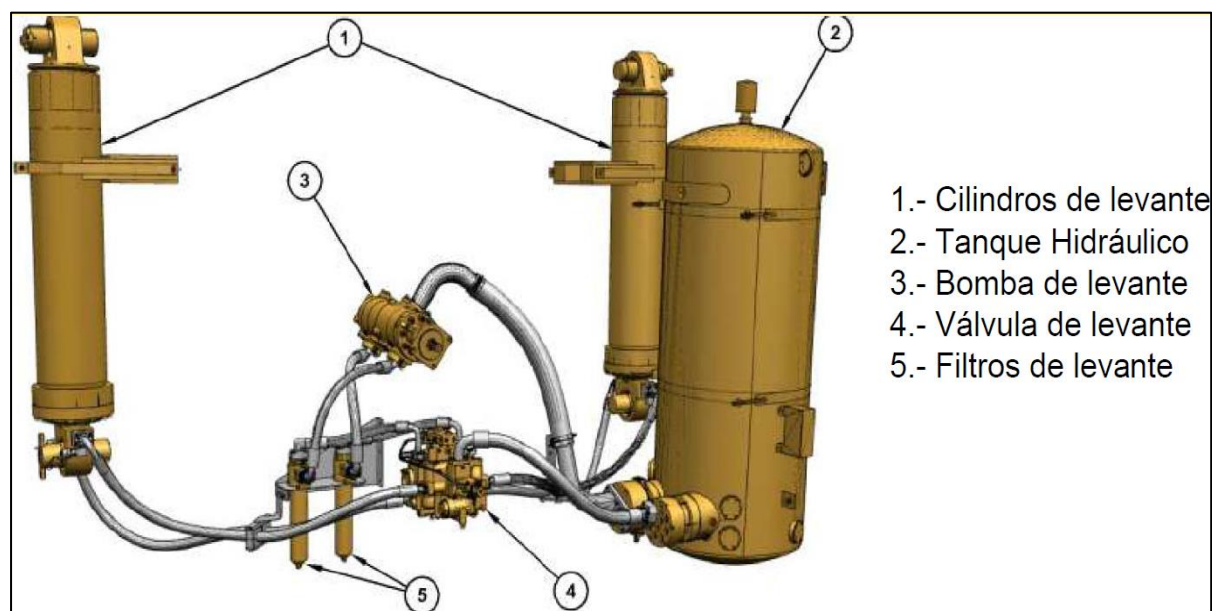
➤ **Sistema de Levante:**

- El sistema de elevación consta de los siguientes componentes: cilindros de elevación, depósito de fluido hidráulico, bomba de engranajes de elevación, válvula de control de elevación y filtros de aceite hidráulico(14).
- Para el sistema de elevación, la bomba de engranajes del dispositivo de elevación extrae el aceite del depósito hidráulico. Luego, todo el aceite de la bomba de engranajes del dispositivo de elevación se dirige a través de los dos filtros de aceite hidráulico. El aceite proveniente de la bomba pasa a través de los filtros de aceite hidráulico y se dirige a la válvula de control del dispositivo de elevación mediante dos mangueras. Posteriormente, el aceite se distribuye hacia los cilindros del dispositivo de elevación o hacia el sistema de enfriamiento de los frenos, según sea necesario(14).

- Las tuberías de aceite piloto para los solenoides proporcionales del dispositivo de elevación en la válvula de control (4) utilizan el aceite hidráulico proveniente de la válvula de reducción de presión. El múltiple de control de la dirección suministra el aceite hidráulico a la válvula de reducción de presión. En el recinto del centro de servicio, ubicado detrás de la cabina, se encuentra un manómetro para el sistema de elevación(14).

Figura 26

Sistema de Levante de los camiones Eléctricos 794 AC



Nota. Extraído de Manual Digital Sis Web Caterpillar, 2014

➤ Sistema de Frenos:

- El sistema de frenos es controlado electrónicamente por medio del Módulo de Control Electrónico (ECM) de los frenos y el ECM del chasis. La presión del aceite para cargar los acumuladores es suministrada por la bomba de dirección. El sistema de frenos incluye los frenos de servicio, el freno de control del retardador dinámico, el freno de carga y el freno de estacionamiento(15).

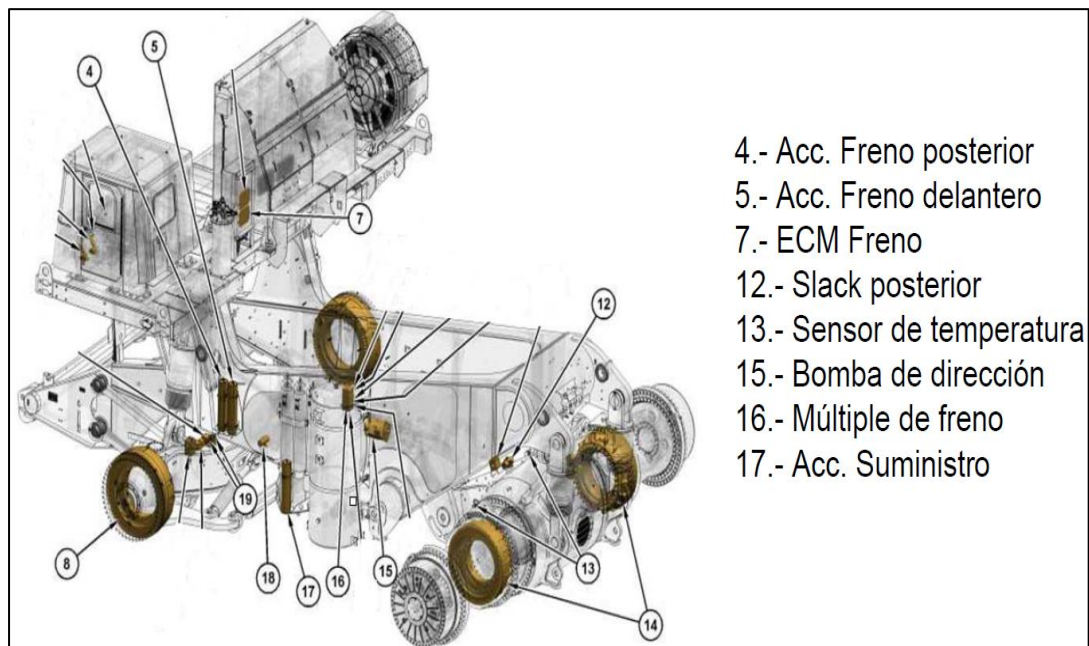
- Los frenos de servicio delanteros y traseros son frenos sumergidos en aceite que se activan hidráulicamente y se desactivan mediante la fuerza del resorte. Los frenos de estacionamiento delanteros y traseros consisten en frenos sumergidos en aceite ubicados en los conjuntos de las ruedas. Los frenos de estacionamiento son frenos sumergidos en aceite que se activan mediante el resorte y se desactivan hidráulicamente(15).

- Los frenos de servicio se utilizan para detener el camión después de que el pedal del retardador del sistema de control eléctrico haya reducido la velocidad del camión a menos de aproximadamente 5 km/h (3 mph). Los frenos de servicio tienen la capacidad de detener completamente un camión cargado en una pendiente del 10 % en situaciones de emergencia. El freno de servicio se puede activar mediante el pedal de freno(15).

- El interruptor del freno de carga activa un solenoide que solo conecta los frenos de servicio traseros. El freno de carga está específicamente diseñado para operaciones de carga y descarga. No se debe activar el freno de estacionamiento durante estas tareas. El freno de estacionamiento debe ser utilizado cuando el operador abandona la cabina. Se aplica al colocar la palanca de cambios en la posición de estacionamiento. El freno de estacionamiento controla los frenos de estacionamiento en las ruedas delanteras y traseras(15).

Figura 27

Sistema de Frenos de los camiones Eléctricos 794 AC



Nota. Extraído de Manual Digital Sis Web Caterpillar, 2016

➤ **Sistema de enfriamiento del Tren de Impulsión:**

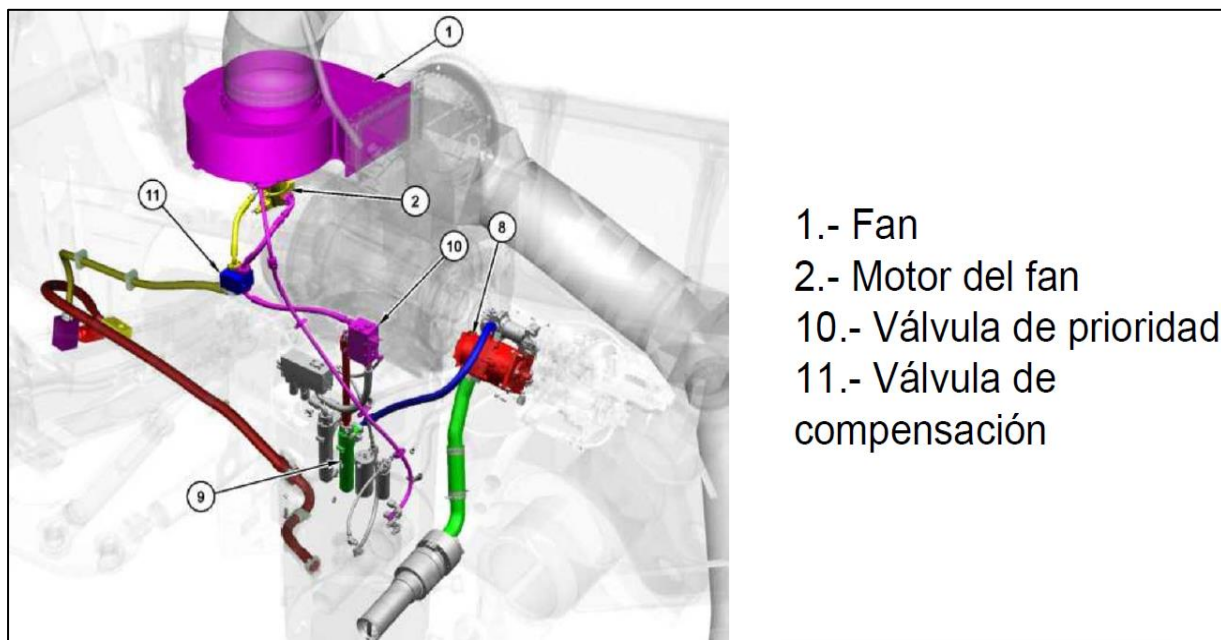
- El sistema hidráulico del ventilador se emplea para cumplir con las necesidades de enfriamiento. El sistema hidráulico del ventilador reduce la potencia requerida para operar el ventilador en condiciones más frescas o en situaciones de trabajo de baja intensidad(16).
- El flujo de aceite se dirige desde la bomba de pistones del ventilador hidráulico a través del filtro de aceite y la válvula de compensación hasta el motor de pistones del ventilador hidráulico. Posteriormente, el aceite retorna desde el motor de pistones del ventilador hidráulico al tanque hidráulico(16).
- El motor del ventilador hidráulico es un motor de desplazamiento constante. La velocidad del ventilador depende del volumen de flujo proporcionado por la bomba de pistones del ventilador hidráulico. La bomba de pistones del ventilador hidráulico es una bomba de desplazamiento variable controlada por el Módulo de

Control Electrónico (ECM) de los frenos. El ECM del freno regula la velocidad del ventilador. La velocidad del motor se ajustará en función de diversas variables de entrada(16).

- En caso de una interrupción abrupta en el suministro de aceite al ventilador, es posible que tanto el ventilador como el motor de pistones del ventilador hidráulico continúen girando(16).

Figura 28

Sistema de Enfriamiento del Tren de impulsión de los camiones Eléctricos 794 AC



Nota. Extraído de Manual Digital Sis Web Caterpillar 2016

- El ventilador eléctrico de enfriamiento se encarga de enfriar los componentes del tren de impulsión eléctrico. El motor del ventilador del tren de impulsión es responsable de hacer girar el ventilador de enfriamiento. Este ventilador se encarga de circular el aire a través de las tuberías del tren de impulsión, dirigiéndolo hacia los componentes eléctricos del tren de impulsión para su enfriamiento(16).

- El ventilador de enfriamiento extrae aire a través del gabinete del inversor, lo cual enfría el interior del gabinete y dirige el flujo de aire a través de las tuberías. El aire que circula por estas tuberías se encarga de enfriar el generador y los motores de tracción de las ruedas. Finalmente, el aire es expulsado del camión en la parte posterior del eje trasero(16).
- El tubo proporciona aire presurizado al convertidor, a fin de mantenerlo libre de suciedad y residuos(16).
- El motor del ventilador de enfriamiento del mando se acciona mediante aceite hidráulico de la dirección(16).
- El aceite de la bomba de dirección es dirigido hacia el filtro de aceite. A continuación, el aceite fluye desde el filtro hacia el grupo de válvulas de solenoide y múltiple. Este grupo se encarga de distribuir el aceite hidráulico por todo el sistema hidráulico. El aceite del grupo de válvulas de solenoide y múltiple es dirigido hacia la válvula de compensación y el motor del ventilador de enfriamiento del sistema de mando. Luego, el motor activa el ventilador de enfriamiento de mando eléctrico(16).
- Una vez que el ventilador de enfriamiento del sistema de mando eléctrico se pone en marcha, el aceite hidráulico vuelve a través de la válvula de compensación hacia el múltiple del eje delantero para enfriar los frenos delanteros. Después de cumplir su función de enfriamiento de los frenos delanteros, el aceite hidráulico regresa al tanque hidráulico(16).

Figura 29

Sistema en General de Enfriamiento del Tren de impulsión de los camiones Eléctricos 794 AC

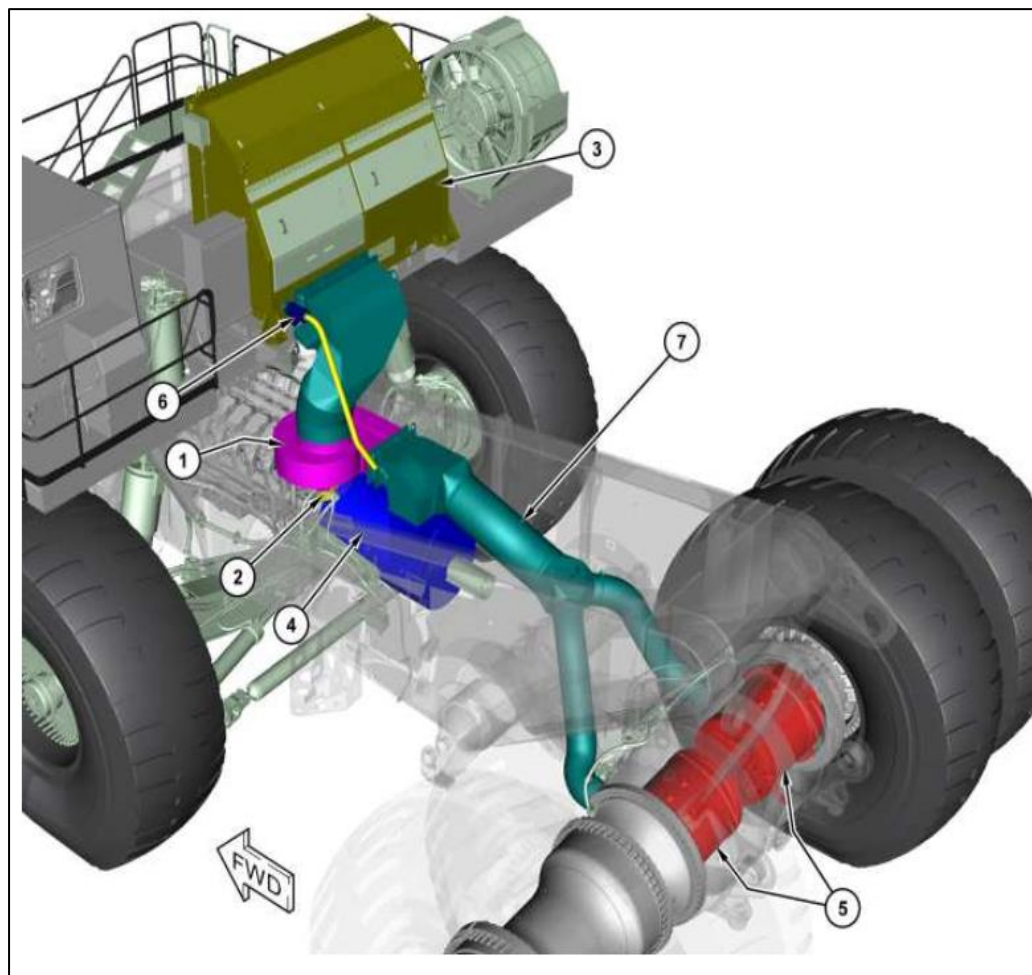


Ilustración 4

g03657774

- (1) Ventilador de enfriamiento de mando eléctrico
- (2) Motor del ventilador de enfriamiento de mando eléctrico
- (3) Convertidor
- (4) Generador
- (5) Motores de tracción de las ruedas
- (6) Tubo
- (7) Tuberías

Nota. Extraído de Manual Digital Sis Web Caterpillar 2016

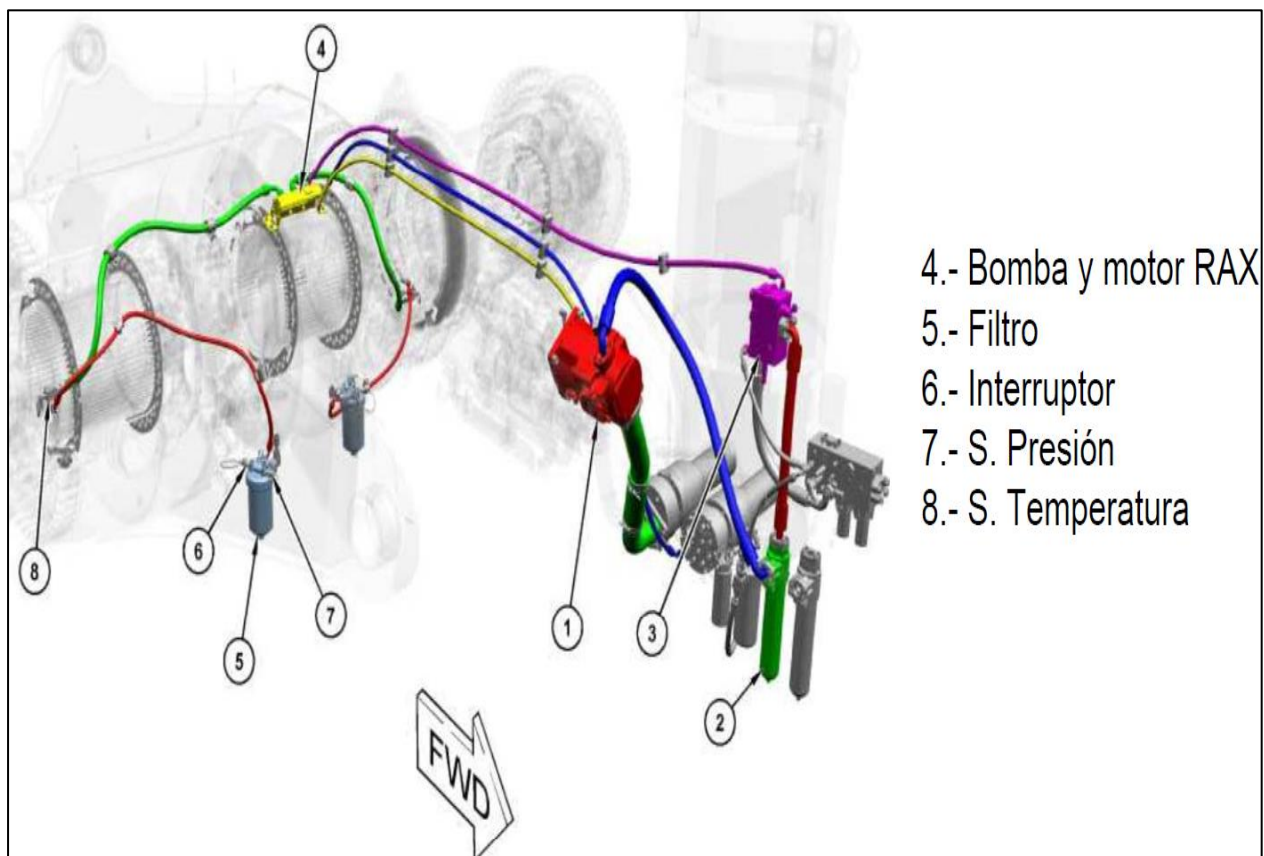
➤ **Sistema de lubricación de Mandos Finales de Eje Posterior:**

- El sistema de lubricación del mando final proporciona aceite a los mandos finales para facilitar la lubricación y el enfriamiento(16).

- Una vez que los acumuladores de dirección están completamente cargados, el grupo de válvula de solenoide y múltiple dirige el flujo de aceite hidráulico desde la bomba de dirección hacia la válvula de solenoide ubicada en la caja del eje trasero. Cuando la válvula de solenoide se desactiva, el aceite hidráulico se dirige hacia la bomba y el motor de lubricación del tren de transmisión final(16).
- La función de la bomba y el motor de lubricación del tren posterior es operar dos bombas de engranajes con el fin de proporcionar lubricación a los dos mandos finales. Estas bombas de dos secciones extraen aceite de ambos mandos finales y lo hacen circular a través de los filtros correspondientes(16).

Figura 30

Sistema de Lubricación de Mandos Finales Derecho e Izquierdo de los camiones eléctricos 794 AC



Nota. Extraído de Manual Digital Sis Web Caterpillar 2016

3.4 Tabla de desgastes recomendación de Caterpillar (CATERPILLAR SOS SERVICES WEAR TABLE):

- Con esta actualización, se han agregado más de 300 tablas de desgaste nuevas o actualizadas a este repositorio. Las tablas actualizadas se crearon con conjuntos de datos significativamente más grandes(17).
- Las tablas de desgaste ahora están disponibles para máquinas con Tier 2 Equivalent, Tier 4 Interim y motores Tier 4 Final(17).
- Este documento electrónico está diseñado principalmente para reemplazar la tabla de desgaste del papel. folletos que se publicaron entre 1998 y 1999. Los folletos se imprimieron con los siguientes números de documento:
 - Excavadoras SELD0847
 - Cargadores de ruedas SELD0854
 - Camiones Todo terreno SELD085
 - Motores no cautivos SELD0856
 - Tractores agrícolas SELD0857
 - Camiones volquete articulados SELD0858
 - Retroexcavadoras cargadoras SELD0859
 - Tractores de cadenas SELD0880
 - Motoniveladoras SELD0881
 - Cargadores de cadenas SELD0886(17).
- El formato y la nomenclatura ha cambiado en las últimas tablas de desgaste. Estos cambios se realizaron para mejorar el proceso de interpretación y optimizar el uso de estas tablas en el nuevo sistema de gestión de información de laboratorio (LIMS) S · O · S Services Manager(17).
- S · O · S Services Manager evalúa una prueba de muestra basada en tres niveles de gravedad. El nuevo formato de tabla de desgaste está diseñado para complementar esta estrategia de interpretación con tres niveles de severidad para cada elemento de desgaste(17).

➤ Tabla de desgastes SOS “794 AC” Caterpillar(18):

- Aceite Hidráulico(18):

Tabla 5

Valores Target de desgaste para componentes del sistema hidráulico

Caterpillar S·O·SSM Services			
Wear table			
Created	17 Aug 2017		
Manufacturer	CATERPILLAR		
Family	All		
Model	794_AC		
Product ID Prefix	MN5, MT5		
Compartment	HYDRAULIC SYSTEM		
Valid Equipment	5		
Valid Samples	126		
Valid Fluid Hours	2000		
Element	No Action Required	Monitor	Action Required
Copper	0 to 2	3 to 4	Over 4
Iron	0 to 7	8 to 9	Over 9
Chromium	0 to 2	3 to 4	Over 4
Aluminum	0 to 3	4 to 5	Over 5
Lead	0 to 11	12 to 13	Over 13
Silicon	0 to 33	34 to 40	Over 40
Tin	0 to 2	3 to 4	Over 4

Filter Criteria	
Maximum Fluid Hours	4000
Maximum Equipment Hours	16000
Break-In Samples Excluded	True
Excluded Samples with Positive Fuel	True
Excluded Samples with Positive Water	True
Excluded Samples with Positive Glycol	True
Excluded Samples where Sodium (Na) Exceeds PPM	25
Excluded Samples where Potassium (K) Exceeds PPM	25
Excluded Samples where Silicon (Si) Exceeds PPM	60
Starting Sample Date	All
Ending Sample Date	All
Specific Jobsites	All
Specific Customers	All
Dealers Excluded	None
Minimum Samples set at	30
Minimum Equipment set at	3

Nota. Extraído de Caterpillar SOS Services Wear Table 2017

- Aceite de Motor(18):

Tabla 6

Valores target de desgaste para componentes del motor

Caterpillar S·O·SSM Services Wear table			
Created	17 Aug 2017		
Manufacturer	CATERPILLAR		
Family	All		
Model	794_AC		
Product ID Prefix	MN5, MT5		
Compartment	ENGINE		
Valid Equipment	9		
Valid Samples	256		
Valid Fluid Hours	500		
Element	No Action Required	Monitor	Action Required
Copper	0 to 6	7 to 8	Over 8
Iron	0 to 61	62 to 71	Over 71
Chromium	0 to 2	3 to 4	Over 4
Aluminum	0 to 3	4 to 5	Over 5
Lead	0 to 2	3 to 4	Over 4
Silicon	0 to 5	6 to 7	Over 7
Tin	0 to 2	3 to 4	Over 4

Filter Criteria	
Maximum Fluid Hours	700
Maximum Equipment Hours	16000
Break-In Samples Excluded	True
Excluded Samples with Positive Fuel	True
Excluded Samples with Positive Water	True
Excluded Samples with Positive Glycol	True
Excluded Samples where Sodium (Na) Exceeds PPM	25
Excluded Samples where Potassium (K) Exceeds PPM	25
Excluded Samples where Silicon (Si) Exceeds PPM	20
Starting Sample Date	All
Ending Sample Date	All
Specific Jobsites	All
Specific Customers	All
Dealers Excluded	None
Minimum Samples set at	30
Minimum Equipment set at	3

Nota. Extraído de Caterpillar SOS Services Wear Table 2017

- Aceite de Ruedas delanteras Derecha e Izquierda(18):

Tabla 7

Valores Target de desgaste para componentes de Ruedas lado Derecho e Izquierdo

Caterpillar S•O•SSM Services						
Wear table						
Created	17 Aug 2017					
Manufacturer	CATERPILLAR					
Family	All					
Model	794_AC					
Product ID Prefix	MN5, MT5					
Compartment	WHEEL BEARINGS FRONT RIGHT, WHEEL BEARINGS FRONT LEFT					
Valid Equipment	8					
Valid Samples	371					
Valid Fluid Hours	500					
Element	No Action Required		Monitor		Action Required	
Copper	0	to 2	3	to 4	Over	4
Iron	0	to 69	70	to 89	Over	89
Chromium	0	to 2	3	to 4	Over	4
Aluminum	0	to 2	3	to 4	Over	4
Lead	0	to 2	3	to 4	Over	4
Silicon	0	to 10	11	to 13	Over	13
Tin	0	to 2	3	to 4	Over	4

Filter Criteria	
Maximum Fluid Hours	1000
Maximum Equipment Hours	16000
Break-In Samples Excluded	True
Excluded Samples with Positive Fuel	True
Excluded Samples with Positive Water	True
Excluded Samples with Positive Glycol	True
Excluded Samples where Sodium (Na) Exceeds PPM	25
Excluded Samples where Potassium (K) Exceeds PPM	25
Excluded Samples where Silicon (Si) Exceeds PPM	40
Starting Sample Date	All
Ending Sample Date	All
Specific Jobsites	All
Specific Customers	All
Dealers Excluded	None
Minimum Samples set at	30
Minimum Equipment set at	3

Nota. Extraído de Caterpillar SOS Services Wear Table 2017(18).

- Aceite de Mandos Finales Derecho e Izquierdo(18):

Tabla 8

Valores Target de desgaste para componentes de mandos, lados derecho e izquierdo

Caterpillar S•O•SSM Services						
Wear table						
Created	17 Aug 2017					
Manufacturer	CATERPILLAR					
Family	All					
Model	794_AC					
Product ID Prefix	MN5, MT5					
Compartment	FINAL DRIVE REAR RIGHT, FINAL DRIVE REAR LEFT					
Valid Equipment	6					
Valid Samples	267					
Valid Fluid Hours	3000					
Element	No Action Required		Monitor		Action Required	
Copper	0	to 41	42	to 51	Over	51
Iron	0	to 58	59	to 68	Over	68
Chromium	0	to 2	3	to 4	Over	4
Aluminum	0	to 2	3	to 4	Over	4
Lead	0	to 6	7	to 8	Over	8
Silicon	0	to 17	18	to 21	Over	21
Tin	0	to 2	3	to 4	Over	4

Filter Criteria	
Maximum Fluid Hours	5000
Maximum Equipment Hours	16000
Break-In Samples Excluded	True
Excluded Samples with Positive Fuel	True
Excluded Samples with Positive Water	True
Excluded Samples with Positive Glycol	True
Excluded Samples where Sodium (Na) Exceeds PPM	25
Excluded Samples where Potassium (K) Exceeds PPM	25
Excluded Samples where Silicon (Si) Exceeds PPM	40
Starting Sample Date	All
Ending Sample Date	All
Specific Jobsites	All
Specific Customers	All
Dealers Excluded	None
Minimum Samples set at	30
Minimum Equipment set at	3

Nota. Extraído de Caterpillar SOS Services Wear Table 2017

Capítulo IV: Descripción de las actividades Profesionales

4.1 Descripción de Actividades Profesionales:

➤ Enfoque de las actividades profesionales:

- El presente informe de suficiencia profesional está orientado a la aplicación de la técnica de microfiltración a través de un equipo de microfiltrado portátil el cual se utilizó para incrementar el tiempo de cambio del fluido hidráulico, mantenerlo limpio y disminuir las fallas en campo que producen detenciones en los equipos impactando directamente en la disponibilidad y productividad de los camiones 794 AC eléctricos.
- El especialista de monitoreo de condiciones por su experiencia es el encargado de monitorear el estado de salud del sistema hidráulico en general, verificar si a causa de la contaminación del aceite el equipo viene presentando fallas o desgaste prematuro en los componentes internos del sistema.
- Posteriormente, el especialista de monitoreo de condiciones genera un plan de trabajo en conjunto con planeamiento y mantenimiento para ser aplicado en paradas programadas del equipo, necesariamente uno de los planes de acción que es aplicado es la microfiltración con la herramienta portátil, cambios de filtros de aceite e inspecciones de todo el sistema en general para identificación de posibles causas raíz del ingreso de contaminante externo a través de fugas.

➤ Alcance de las actividades profesionales:

- El alcance de las actividades del Especialista de Monitoreo de condiciones será realizado a un nivel descriptivo, ya que el informe desarrollado tiene como objetivo:
 - Detallar las actividades que desarrolla el Bachiller en Ingeniería Mecánica en la aplicación del sistema de microfiltrado en los camiones 794 AC liderado por el Especialista de monitoreo de condiciones en la Empresa Ferreyros S.A.
 - Describir el Análisis y resultado de la técnica de microfiltrado que fue aplicada en los camiones eléctricos 794 AC para incrementar el tiempo operativo en el sistema Hidráulico.

➤ **Entregables de las actividades profesionales:**

- **Proceso y Cronograma del Muestreo de aceite:** Durante el proceso de las actividades realizadas en la empresa Ferreyros, se utilizó distinta información que ayudo al especialista de monitoreo de condiciones a evaluar la criticidad del problema y tomar decisiones para generar y programar planes de acción con la finalidad de dar solución al problema.

- **Muestreo de aceite:** El análisis exhaustivo de los sistemas de lubricación (motores, transmisiones, sistema hidráulico, mandos finales, diferenciales, cajas de engranajes y compresores) detecta los primeros indicios de daños en metales desgastados. También, permite identificar los contaminantes, como agua, combustible, glicol o suciedad, que puedan afectar el rendimiento. Verificamos el estado del aceite y proporcionamos un análisis general de partículas. Estas muestras de aceite son ejecutadas en coordinación con las siguientes áreas:
 - **Planeamiento:** Programación de Muestreo de Fluidos en campo o taller.

 - **Mantenimiento:** Ejecución de muestreo de fluidos en campo y taller.

 - **Confabilidad:** Seguimiento al cumplimiento del plan de muestreo y recepción de muestras de aceite para etiquetado y control, previo al envío de muestras al laboratorio de Análisis de Aceites.

Figura 31

Proceso de muestreo de aceite en un equipo Caterpillar



Nota. Extraído de Manual Genérico de Análisis de aceite Maquinaria Pesada

- **Entrega de Muestras de aceite a Laboratorio:** Las muestras de aceite que son extraídas de los compartimientos de los equipos según el tipo de fluido para el análisis respectivo son limpiadas exteriormente, correctamente cerradas y seguidamente etiquetadas con la identificación necesaria para el control de la misma en el sistema SOS WEB CAT. La cantidad de frascos o muestras que se obtenga de los muestreos realizados durante el día una vez etiquetados los frascos son embolsados y llevados hacia el laboratorio de Ferreyros S.A, para el análisis respectivo con la finalidad de poder tener claridad con respecto al estado de salud de los componentes que son lubricados por el fluido que es analizado en el laboratorio, posteriormente este resultado ayudara a tomar decisiones con respecto al estado de salud del aceite analizado.
- **SOS WEB CAT:** Ahorrar miles de dólares en costos de posesión y operación cada año únicamente llevando a cabo la revisión de rutina del aceite, el refrigerante y el combustible ofrece información valiosa que se puede utilizar para evitar fallas inesperadas y tiempo de inactividad no planificado.

- **Muestreo de Aceite:** El análisis exhaustivo de los sistemas de lubricación (motores, transmisiones, sistema hidráulico, mandos finales, diferenciales, cajas de engranajes y compresores) detecta los primeros indicios de daños en metales desgastados. También, permite identificar los contaminantes, como agua, combustible, glicol o suciedad, que puedan afectar el rendimiento. Verifica el estado del aceite y proporciona un análisis general de partículas.

- **Muestra de Refrigerante:** No pasar por alto la condición del refrigerante; no es fácil olvidar el daño causado por el sobrecalentamiento. Las pruebas determinan si el refrigerante tiene el equilibrio químico correcto para contar con una máxima protección y eficiencia de enfriamiento. Evaluar el uso correcto, la condición, la protección apropiada contra congelación y ebullición, y la contaminación. Elige entre dos niveles de prueba de refrigerante: uno que verifica las características de rutina y otro que proporciona un análisis más profundo.

- **Muestreo de Combustible Diésel:** El combustible de mala calidad puede afectar el rendimiento del equipo. Además, puede ocasionar un desgaste anormal de componentes, válvulas, guías de válvula, anillos de pistón y más, así como aumentar los costos de mantenimiento y operación. El programa de pruebas de combustible permite comprobar la calidad aceptable, el crecimiento microbiano, la contaminación y el uso adecuado.

Figura 32

Proceso de muestreo de refrigerante en un equipo Caterpillar



Nota. Extraído de Manual Genérico de Análisis de aceite Maquinaria Pesada

- **Resultados de Muestras de aceite SOS Caterpillar:** Los resultados de muestras de aceite son enviados una vez pasan por el proceso de análisis en el Laboratorio especializado de Ferreyros S.A, llegan en formatos PDF con los valores de desgaste y contaminación de los elementos que son identificados en el fluido analizado, independientemente del compartimiento los resultados son detallados y concretos para identificar alguna anomalía que se esté presentando en el fluido del compartimiento del equipo y que podría estar generando desgaste en los componentes comprometidos que están en contacto con el fluido.

Tabla 9

Rangos de concentración de aditivos para el sistema Hidráulico en equipos Caterpillar

Hydraulic Oils	Possible Range of Concentrations		Compartments	
Typical additive Elements	Ca	0	4000	Hydraulic Systems Steering Systems
	Mg	0	3000	
	Zn	900	1500	
	P	800	1400	
	Si	0	15	
Possible Additive Elements	Mo	0	500	
	B	0	500	
	Ba	0	500	
	Cu	0	100	

Nota. Extraído de Manual de servicio para interpretación de resultados SOS Caterpillar

Tabla10

Parámetros, fuentes de contaminación y desgaste en el sistema Hidráulico

Hydraulic & Steering Systems	
Test Parameter	Source
Cu	Cu oil cooler core leaching
Fe, Cr,	Cylinders
Si >Al, Fe, Cr, Cu, ISO code	dirt, pump wear, cylinder & rod wear
Fe, Cr, Cu, ISO code	pump or motor wear
Fe, Cr, Cu, Pb, Sn, ISO code	pump or motor wear
Fe, Al, Cu, ISO code	pump or motor wear
Ag	Ag leaching from antifriction bearing cages or races
Fe, Cr, Ag, ISO code	antifriction bearings
Si, Fe, ISO code	wet brake friction material and separator plates
Zn < 900 PPM	industrial hydraulic oil
K and/or Na, Cu	ELC coolant contamination
Na, Si, Cu	conventional coolant or DEAC contamination
Oxidation, viscosity increase	overheated oil, overextended oil drain
water	coolant entry, condensation, pressure washing

Nota. Extraído de Manual de servicio para interpretación de resultados SOS Caterpillar

4.2 Aspectos Técnicos de la Actividad Profesional:

➤ Metodología:

- Las metodologías aplicadas en el desarrollo de las actividades desempeñadas para el trabajo de suficiencia profesional fueron descriptivo y explicativo para la interpretación de los datos obtenidos.

➤ Técnicas:

- **Análisis de Aceite:** Técnica en la cual se puede analizar el estado de salud de los componentes que son lubricados por el aceite según el compartimiento del equipo.

- **Microfiltrado:** Técnica de separación del sólido y el fluido que reduce y minimiza la contaminación que se genera por distintos factores durante el periodo de la operación de los equipos.
 - **Inspecciones en Campo:** Técnica de verificación de posibles causales de ingreso de contaminación externa que deterioran el aceite del compartimiento, el cual envía flujo a todos los componentes internos.
 - **Planes de Acción:** Técnica utilizada para plantear y tomar medidas ante el inconveniente suscitado o problema identificado según los análisis de aceite o inspecciones realizadas en campo, estos trabajos son realizados con prioridad según la criticidad del equipo.
- **Instrumentos:** Los instrumentos utilizados para el desarrollo de las actividades profesionales y desempeño del bachiller son las siguientes:
- Aviso u Orden de trabajo Generado por la condición identificada para incluirlo en el programa semanal de los equipos en mantenimiento.
 - Contrato Marc de Servicio de Mantenimiento para equipos de carguío, acarreo y auxiliares marca Caterpillar, a través de su Dealer Ferreyros S.A.
 - Documentos formales de los resultados de muestras de aceite para la lectura de los mismos.
 - Llenado de documentación de seguridad en caso de intervención de equipos para muestreo de aceites, inspecciones en campo o aplicación de la técnica e microfiltrado.
 - Programación semanal de trabajos diarios para el seguimiento de la ejecución de lo programado en la semana anterior según la condición de los fluidos.

- Reportes de condición de componentes según el resultado de análisis de fluidos e inspecciones realizadas en campo.
 - Boucher de pruebas de análisis del contador de partículas del Sistema Hidráulico, para validación de limpieza después del microfiltrado.
 - Registro de Microfiltrado del Sistema Hidráulico para los camiones eléctricos 794 AC.
- **Equipos y Materiales utilizados en el desarrollo de las actividades:** Los materiales y equipos utilizados en el desarrollo de las actividades son los siguientes:
- Frascos de Muestreo de aceite 0.25 ml.
 - Analizador e partículas 170-8500 Caterpillar.
 - Carro portátil Filtrador 201-8131 Caterpillar.
 - Filtros para Carro Filtrador de aceite hidráulico.
 - Acoples para instalación de Carro filtrador.

4.3 Ejecución de las actividades Profesionales:

- **Cronograma de Actividades realizadas:**

Tabla 11

Cronograma y seguimiento de trabajos planeados y no planeados en el Camión 794

SEGUIMIENTO DE TRABAJOS PROGRAMADOS - NO PROGRAMADOS		500	1000	1500	2000	500	1000	1500	2000	500	1000	1500	2000	500	1000	1500	2000	500	1000	1500	2000	500	1000	1500	2000
ITEM	DESCRIPCION ACTIVIDADES	2018												2019											
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE
794AC - 41	Inspeccion en campo (Quincenal)	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
794AC - 41	Correctivo por fugas identificadas en campo			1			1			1							1						1		
794AC - 42	Inspeccion en campo (Quincenal)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
794AC - 42	Correctivo por fugas identificadas en campo		1			1						1					1					1			
794AC - 43	Inspeccion en campo (Quincenal)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
794AC - 43	Correctivo por fugas identificadas en campo				1					1							1						1		
794AC - 44	Inspeccion en campo (Quincenal)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
794AC - 44	Correctivo por fugas identificadas en campo		1				1									1					1				
794AC - 41	Dializado de aceite hidraulico en PM	3				3				3				3			3				3				
794AC - 41	Dializado de aceite hidraulico por condicion			4							4				4				4					4	
794AC - 42	Dializado de aceite hidraulico en PM		3				3				3				3				3				3		
794AC - 42	Dializado de aceite hidraulico por condicion	4			4			4				4				4				4				4	
794AC - 43	Dializado de aceite hidraulico en PM			3				3				3				3				3				3	
794AC - 43	Dializado de aceite hidraulico por condicion				4						4					4					4				4
794AC - 44	Dializado de aceite hidraulico en PM				3				3				3				3				3				3
794AC - 44	Dializado de aceite hidraulico por condicion		4				4								4				4					4	
794AC - 41	Muestra de aceite Hyd (Semanal)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
794AC - 41	Cambio de aceite Hyd por Condicion			6				6							6						6				6
794AC - 42	Muestra de aceite Hyd (Semanal)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
794AC - 42	Cambio de aceite Hyd por Condicion				6										6										6
794AC - 43	Muestra de aceite Hyd (Semanal)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
794AC - 43	Cambio de aceite Hyd por Condicion									6										6					
794AC - 44	Muestra de aceite Hyd (Semanal)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
794AC - 44	Cambio de aceite Hyd por Condicion	6												6											
1	Correctivo por fugas identificadas en campo																								
2	Inspeccion en campo (Quincenal)																								
3	Dializado de aceite hidraulico en PM																								
4	Dializado de aceite hidraulico por condicion																								
5	Muestra de aceite Hyd (Semanal)																								
6	Cambio de aceite Hyd por Condicion																								

Nota. Extraído de Cronograma, seguimiento y cumplimiento de trabajos realizados en Toquepala por la empresa Ferreyros S.A. para la intervención de equipos eléctricos 794 AC.

➤ **Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales:** Se detalla el proceso de las actividades desarrolladas por el Bachiller, las cuales fueron desempeñadas en la Empresa Ferreyros S.A. dando servicio de reparación y mantenimiento a los Equipos Caterpillar de la Minera SouthernPeru Corporation en la Operación Toquepala.

○ **Entregables I: Reporte de Actividades a realizar.**

- **Programación de Actividades:** Todas las actividades son programadas semanalmente a través de una reunión liderada por el área de Planeamiento, donde se tocan todos los temas relacionados a los trabajos que se necesitaran desarrollarse durante la semana.
- **Charlas de seguridad:** Son desarrolladas como pre requisito para iniciar los trabajos diarios que previamente fueron coordinados y programados en las reuniones semanales, se tocan temas relacionados a la concientización del personal para que realicen sus labores con precaución utilizando sus implementos obligatorios de seguridad e identifiquen condiciones y actos sub estándar.
- **Llenado de documentación de seguridad:** La gestión de seguridad de la empresa indica que todo colaborador que vaya a desarrollar cualquier actividad tiene la obligación de llenar la documentación necesaria previamente a iniciar los trabajos del día con la finalidad de identificar y controlar las brechas o condiciones sub estándar que se puedan establecer durante la ejecución de la actividad, posteriormente la documentación es firmada por la Jefatura el área de Mantenimiento para el inicio de los trabajos.
- **Llenado de check list de vehículo de transporte:** La utilización de esta herramienta es muy importante para el traslado del especialista de monitoreo de condiciones y su equipo de inspectores, esto para poder

llegar a los diferentes puntos donde se sitúan los equipos que se requieren inspeccionar, por lo cual de manera obligatoria y como parte de la gestión de seguridad de la empresa antes de utilizar el vehículo se debe realizar un Check List, esto para verificar su correcto funcionamiento, la operatividad de sus luces, circulina, pértiga, neblineros, niveles de fluidos, tacos, conos de seguridad, botiquín, llaves de aros, etc.

- **Ejecución de las actividades:** Una vez se cuenta con los permisos y documentación necesaria se procede a iniciar con la ejecución de los trabajos programados y no programados tanto en campo como en taller, teniendo presente el equilibrio necesario, los controles a aplicar durante el desarrollo de la actividad y el control de calidad al finalizar la tarea con el objeto de la fiabilidad del equipo.
 - **Supervisión de las actividades en campo y taller:** El desarrollo de las actividades es supervisado por el especialista de monitoreo de condiciones, quien hace el seguimiento de la ejecución del trabajo en proceso junto con brindar la información necesaria como los procedimientos o especificaciones importantes para el desarrollo de la actividad, además de llevar una bitácora como seguimiento e historial de los trabajos ejecutados en los equipos.
- **Entregables II: Presentaciones Semanales – Minera SPCC.**
- **Consolidación de la información:** Toda la información recopilada de los trabajos desarrollados durante la semana que hayan estado incluidos en el programa semanal, trabajos identificados en las inspecciones y trabajos por condición anormal de los fluidos son reportados a la minera en las reuniones semanales para sustentar los planes de acción que se

ejecutaron para el levantamiento de las observaciones en los equipos, una herramienta muy bien utilizada es la bitácora de trabajos ejecutados donde se detalla la fecha, hora de inicio y fin, lugar y descripción de la actividad que fue desarrollada en el equipo.

- **Sustentación de presentación:** Se lleva a cabo una reunión semanal los miércoles donde se sustenta los trabajos ejecutados en la semana anterior vs los trabajos programados, también se despejan dudas del cliente y se responden consultas abiertas sobre fallas, desgastes y demoras por reparación. Es necesario indicar que, también, en esta reunión, se construye el nuevo plan semanal de los trabajos a realizar para la semana entrante con la venia de la minera SPCC.

- **Entregables III: Presentaciones Gerenciales.**

- **Consolidación de la información:** A través de una presentación para la Superintendencia y Gerencia de gran minería de Ferreyros S.A. se recopila la información obtenida de los trabajos ejecutados durante la semana.
- **Sustentación de presentación:** Todos los jueves se realiza una reunión con la superintendencia de la operación Toquepala para el V°B° de los trabajos desarrollados en la semana y la condición actual respecto a la salud de los componentes de los equipos en operación, posteriormente la presentación sustentada es enviada a la Gerencia de gran Minería.

- **Entregables IV: Adicionales durante el proceso del Análisis de Monitoreo de Condiciones.**

- **Consolidación de la información:** Se recopila básicamente los impactos suscitados durante el proceso de análisis del monitoreo de

condiciones, tendencias, desgaste prematuro, incremento de contaminación, inoperatividad de equipos de monitoreo, falta de stock de repuestos, falta de recursos, etc.

- **Sustentación de impactos:** Una vez recopilada la información de los impactos que se fueron dando durante el proceso, estos fueron reportados oportunamente con la evidencia necesaria a la Jefatura de Ferreyros como, también, a la Jefatura encargada en la minera para que sea de su conocimiento y posteriormente la observación sea levantada a la brevedad, según la criticidad.
- **Actualización de cronograma:** Según los impactos establecidos e identificados estos son puestos en un cronograma que es revisado semanalmente con los tiempos estimados para su levantamiento oportuno.
- **Presentación Final:** Se genera una presentación posterior al levantamiento de los impactos identificados para la sustentación al cliente, donde se detalla cuando, como y en tiempo que tomo subsanar la observación, así mismo se reporta los impactos que tuvieron desviaciones respecto al tiempo estimado por demoras por traslado de repuesto, falta de recursos, falta de personal o demoras por Órdenes de compra pendiente de aprobación por la Minera.

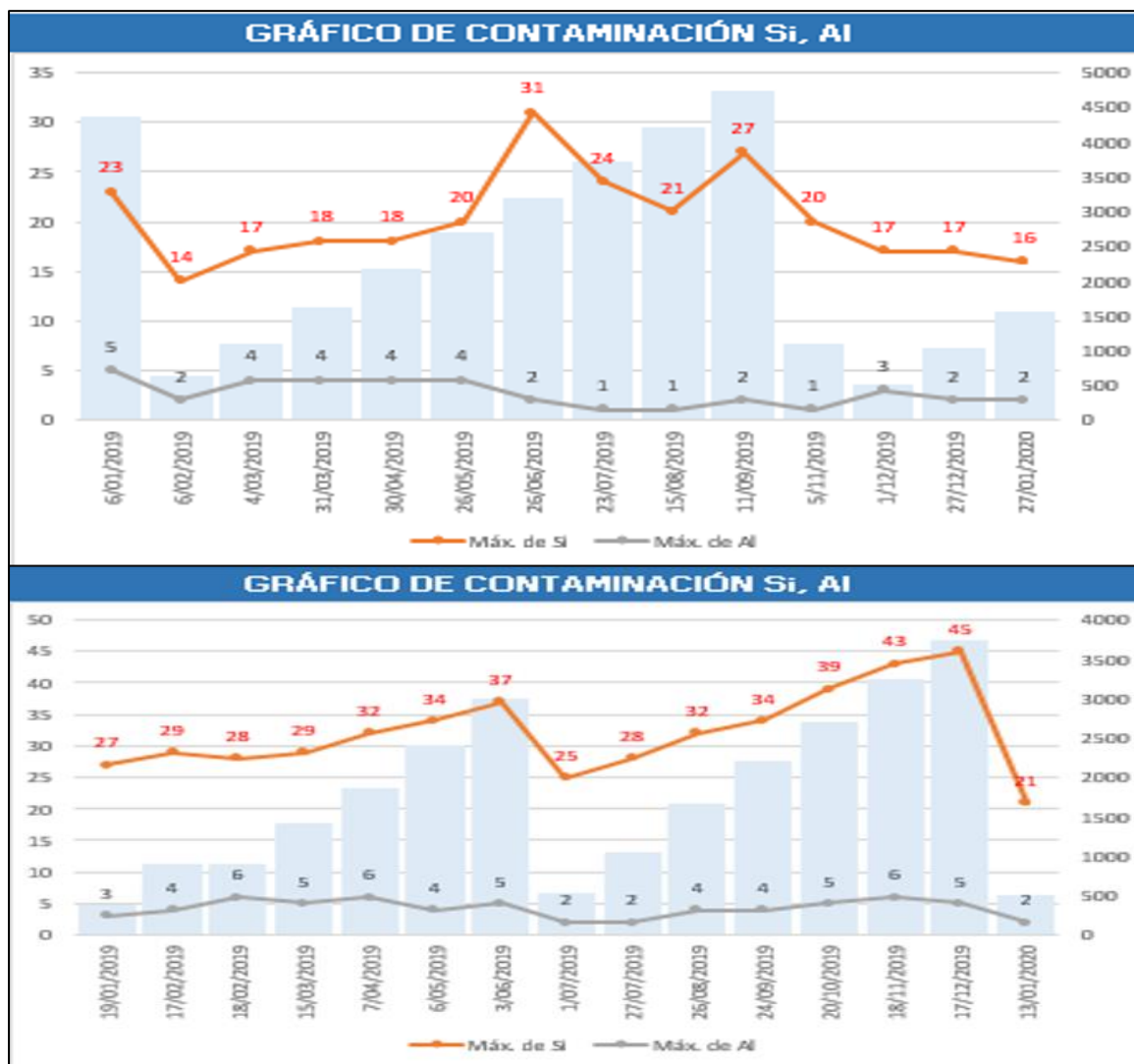
Capítulo V: Resultados

5.1 Resultados Finales de las actividades realizadas:

- Cumplimiento con eficacia de las distintas funciones realizadas dentro del proceso como puesto, área, Socio estratégico (Ferreyros S.A.) sin desmerecer el gran aporte del cliente (Minera SPCC). Los desarrollos de las actividades son resueltos con responsabilidad, seguridad y estándares de control de calidad con el objetivo de cuando los equipos estén en plena producción no haya detenciones por fallas producto de la contaminación o desgaste prematuro que impacta en la disponibilidad del equipo.

Figura 33

Imágenes de comparación contaminación de aceite vs condición normal



Nota. Extraído de los resultados de aceite hidráulico enviados por el laboratorio de Análisis.

- A raíz del inicio del proceso de microfiltrado del aceite Hidráulico es que este incremento el tiempo operativo en los Camiones Eléctricos 794 AC periódicamente hasta la actualidad, en que el fluido puede durar hasta por 6000 horas en el compartimiento con el monitoreo adecuado sabiendo que la Recomendación inicial de Caterpillar es cambiar el fluido a las 2000 Horas, inspecciones en campo, correctivos oportunos y dializado periódico.

Tabla 12

Extensión de tiempo operativo de aceite hidráulico en camiones eléctricos 794 AC

EQUIPO	MOTOR	HIDRAULICO	MANDOS FINALES
41	350	6000	6000
42	350	6000	6000
43	500	6000	6000
44	500	6000	6000

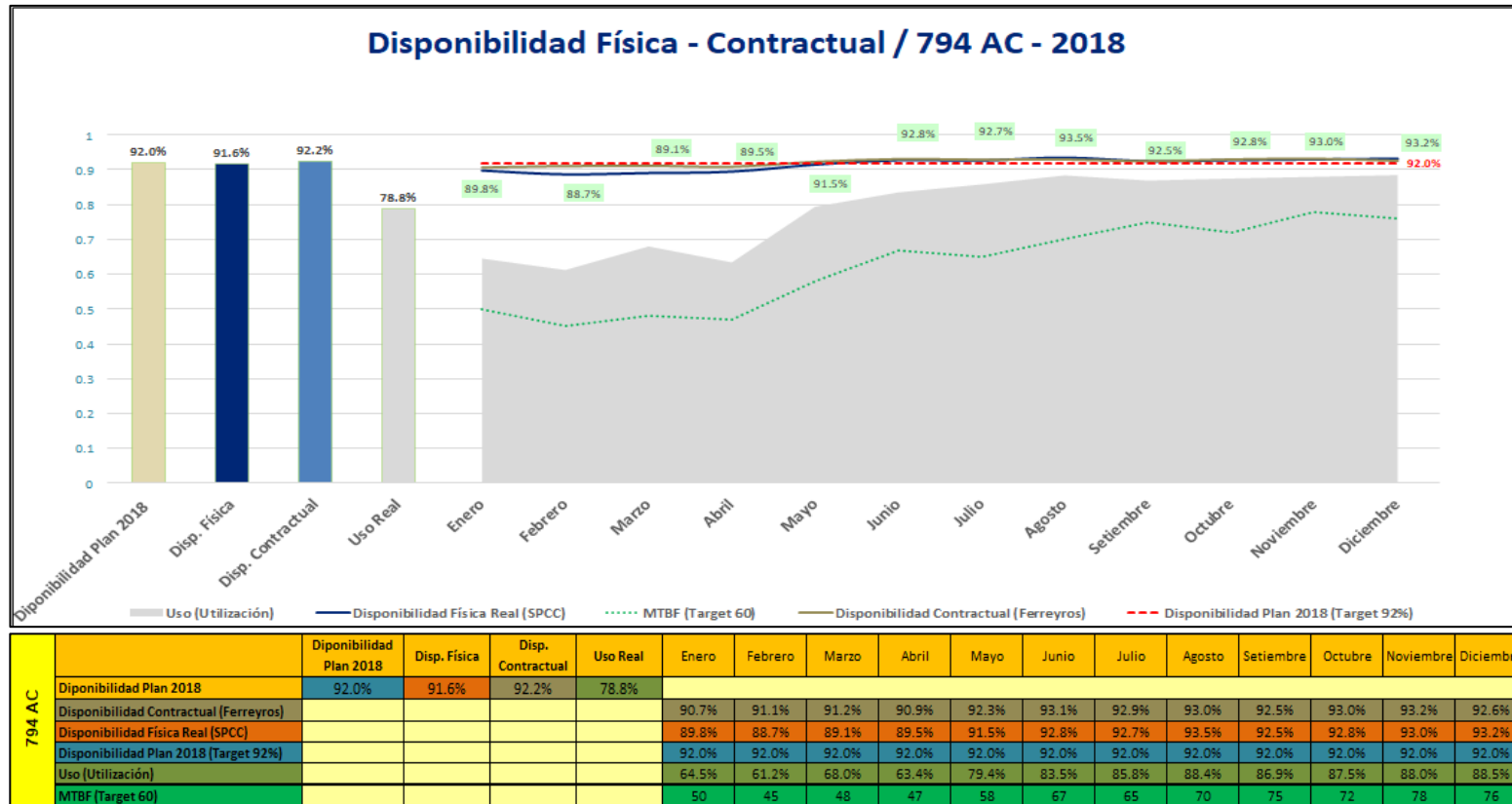
Nota. Extraído del seguimiento de intervalos de cambio de fluidos realizado y actualizado semanalmente por el área de planeamiento y confiabilidad de Ferreyros S.A.

5.2 Logros Alcanzados:

- Reducción de detenciones por fallas de sistema hidráulico.
- Incremento de disponibilidad y producción de los equipos.
- Alargamiento del tiempo operativo del fluido hidráulico en el equipo de 2000 a 6000 Horas.
- Incremento del MTBF en la Flota de camiones eléctricos 794 AC.
- Reducción de costos gracias alargamiento del tiempo operativo del fluido hidráulico, el cliente compra menor cantidad de lubricante hidráulico impactando positivamente en el aspecto económico.
- Reconocimiento al Socio estratégico (Ferreyros S.A.) por el proyecto de confiabilidad que impacta en la confiabilidad de los activos y en el aspecto económico de la Minera SPCC.

Figura 33

Información de indicadores de Disponibilidad, utilización y MTBF del año 2018, año en que se inició con la aplicación del sistema de Microfiltrado en el aceite hidráulico de los camiones 794AC de la minera SPCC Toquepala



Nota. Valores tomados de la reportabilidad periódica mensual al cliente, teniendo un impacto positivo en la disponibilidad, confiabilidad y utilización desde el segundo trimestre.

5.3 Dificultades encontradas:

- La demora de resultados de las muestras de aceite fue un factor que genero dificultades en el proceso, ya que sin estas no se puede generar planes de acción en caso de condiciones críticas de los fluidos.
- La demora de aprobaciones de órdenes de pedido por repuestos necesarios para levantar observaciones encontradas en inspecciones de campo.
- Los muestreos de aceite erróneos llevan a indicar un resultado falso, esto se da por que el personal encargado del muestreo muchas veces no cumple con el procedimiento de extracción de muestras, generando contaminación en los frascos por descuido y falta de expertis.
- La falta de cumplimiento del programa semanal en algunos casos genera que el componente comprometido pueda quedar inoperativo o dañarse en su totalidad, generando pérdida económica e impactando en el presupuesto del mantenimiento anual del activo.
- No cumplir con el programa pudo muchas veces generar fallas repentinas en campo que provoco la detención de los activos muchas horas, impactando negativamente en la disponibilidad como en la producción que genera el mismo al no estar disponible para el acarreo del Cobre.

5.4 Planteamiento y Mejoras:

- Realizar una mejor gestión de recursos por parte de la Empresa Ferreyros S.A. como por parte de la Minera SPCC.
- Asegurar un stock adecuado y necesario para muestreos de aceite programados y por condición en los equipos, esto a partir de una mejor administración del material de monitoreo entregado por logística, asegurando que no haya faltantes cuando se generen desviaciones a causa de fallas repentinas o prematuras que necesariamente ameritaran contar con más recursos para el muestreo y monitoreo constante.
- Utilizar el microfiltrado en equipos auxiliares de menor envergadura que generan gastos en los cambios de aceite al llegar a las 2000 horas de operatividad del fluido, pudiendo hacer accesible en estos equipos el dializado a partir de las 2000 Horas con la finalidad de la extensión del fluido.
- Considerar todas las desviaciones que se identifican en el proceso para que al año entrante con la renovación del contrato MARC sean estudiadas y levantadas, esto

beneficiara al proceso el cual será más fino, obteniendo resultados que impacten en lo económico como en la producción.

5.5 Análisis:

- El servicio de reparación y mantenimiento de que brinda Ferreyros S.A. a la Minera SPCC en Toquepala, cuenta con herramientas de gestión utilizadas para el desarrollo de los procesos en las diferentes áreas, cada una de estas se encarga de identificar las brechas en los procesos y generar planes de acción para levantar las observaciones que se van detectando.
- Para el caso del Especialista de Monitoreo de condiciones su proceso pasa entre las áreas de planeamiento y confiabilidad, donde se usan distintas herramientas de gestión como el AMT, SAP, DBS, hojas EXCEL, SOS WEB CAT, SIS WEB CAT. Estos conjuntos de herramientas hacen que haya un mejor control de la gestión de los datos extraídos de los activos, a partir de Análisis de muestras de aceites, inspecciones en campo, generación de backlogs, seguimiento de componentes, top five, disponibilidad, MTBF, MTTR, detalle de detenciones, Mejoras a implementar en los equipos, etc.

5.6 Aporte del Tesista de la Institución:

- La minera SPCC como dueña de los activos necesita optimizar costos e incrementar producción, estos a partir del servicio prestado por el socio estratégico Ferreyros S.A. y la confiabilidad de sus activos, en este caso los camiones eléctricos 794 AC.
- Se identificó que el consumo de aceite hidráulico estaba en incremento y que este impactaba el presupuesto, además de identificar constantes fallas que generaban gran parte de la indisponibilidad del Activo, fue que en conjunto con el área de Planeamiento y confiabilidad se optó por implementar la técnica del microfiltrado del sistema de aceite Hidráulico para la limpieza del fluido.
- Esta implementación fue llevada a cabo con el aporte del Bachiller en conjunto con todas las áreas involucradas, gestionando los recursos necesarios para el desarrollo de la aplicación del proceso de microfiltrado.

Conclusiones

- La aplicación de la técnica de microfiltrado optimiza recursos, como por ejemplo en este caso reduce el consumo de aceite hidráulico, al postergar los cambios de aceite o prevenir reemplazos de fluido por condición al entrar en contacto con el ambiente externo.
- Según la recomendación de Caterpillar el aceite hidráulico en los camiones eléctricos 794 AC debe ser reemplazado a las 2000 Horas del tiempo operativo del fluido, pero gracias a los controles que se toman para reducir una prematura contaminación y el dializado periódico que se debe realizar después de las 2000 Horas se pudo extender el tiempo operativo del fluido hasta las 6000 Horas.
- El mantener el fluido hidráulico dentro de los estándares de contaminación con un ISO 18/16/13 como referencia según la recomendación de Caterpillar reducirá la degradación del fluido y continuará realizando la lubricación adecuada de los componentes internos de todo el sistema Hidráulico.
- En la pag. 40 fig. 14 del informe se evidencia el progreso en la disminución de los niveles de contaminación en el aceite hidráulico, los valores de Si y Al disminuyen progresivamente y se mantienen en valores aceptables, haciendo que el fluido pueda incrementar su periodo de lubricación.
- El control de la contaminación en el sistema hidráulico contribuye a que los componentes internos no se desgasten prematuramente, y se reduzcan correctivos por reemplazos de componentes menores y hasta en algunos casos componentes de gran magnitud como un control de válvulas o cilindros hidráulicos, así mismo las detenciones por factores de contaminación elevada o fallas intempestivas impactaran en la disponibilidad del Activo, las cuales se reducen al tener como resultado un óptimo desempeño de los componentes internos cuando se lleva un estricto control de la contaminación.
- La participación del bachiller en el área de planeamiento y confiabilidad en la empresa Ferreyros S.A. finaliza con el cumplimiento del desarrollo de las actividades según el programa, procedimientos y estándares que la empresa tiene como sistema de gestión al prestar servicio de mantenimiento y reparación de los equipos de Gran Minería, en este caso los Camiones eléctricos 794 AC.

Recomendaciones

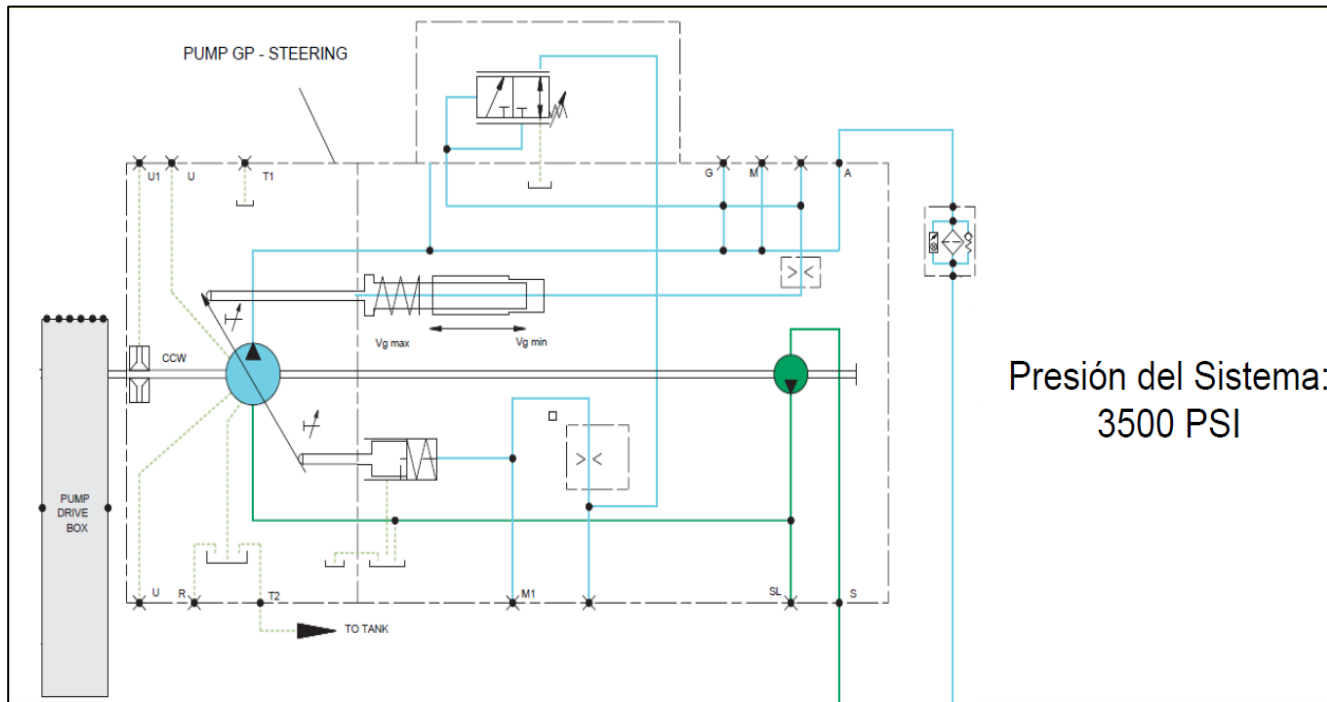
- El procedimiento de microfiltrado, que fue implementado, debe ser constantemente supervisado por los líderes de taller de turno y auditado por el Jefe de Mantenimiento de Ferreyros en conjunto con el cliente, Jefaturas de la flota de Camiones de la minera SPCC Toquepala.
- Se debe realizar un seguimiento continuo a la ejecución y proceso de Microfiltrado a través de Check list o lista de actividades en el PM como en la práctica se viene desarrollando, ejemplo citado en la pag. 75 tabla nro. 14 del informe, de esta forma, se asegura y se audita el desarrollo de este proceso generando un impacto positivo.
- Como oportunidad de mejora el personal de mantenimiento involucrado directamente en el desarrollo y ejecución del proceso de microfiltrado debe ser capacitado constantemente para que pueda tener amplio conocimiento en el campo de la tribología que muchas veces pasa desapercibido dentro del Mantenimiento.
- El área de inspección de equipos en campo debe continuar manteniendo el control de las inspecciones realizadas, identificando causales posibles de ingreso de contaminante al fluido para poder generar planes acción inmediatos o mediano plazo que genera Backlogs de acuerdo con la condición de la falla. Esto es un aporte importante que complementa a evitar que la contaminación en el aceite continúe incrementando.
- Las muestras de aceite en este caso del sistema de enfriamiento, dirección, frenos y levante en los camiones deben de ser trasladados al laboratorio en el menor tiempo posible desde su extracción. Esto para las distintas pruebas en laboratorio y poder obtener los resultados para la de decisiones oportunas que se representaran en el programa semanal entrante y de ser urgente tomar el equipo por condición.
- Replicar el procedimiento de microfiltrado para todos los modelos que operan en la operación En Toquepala, por ejemplo, equipos de carguío y limpieza, contemplan tomar como referencia las recomendaciones y procedimientos antes mencionados en el informe para el éxito de la aplicación del sistema de microfiltrado.

Referencias

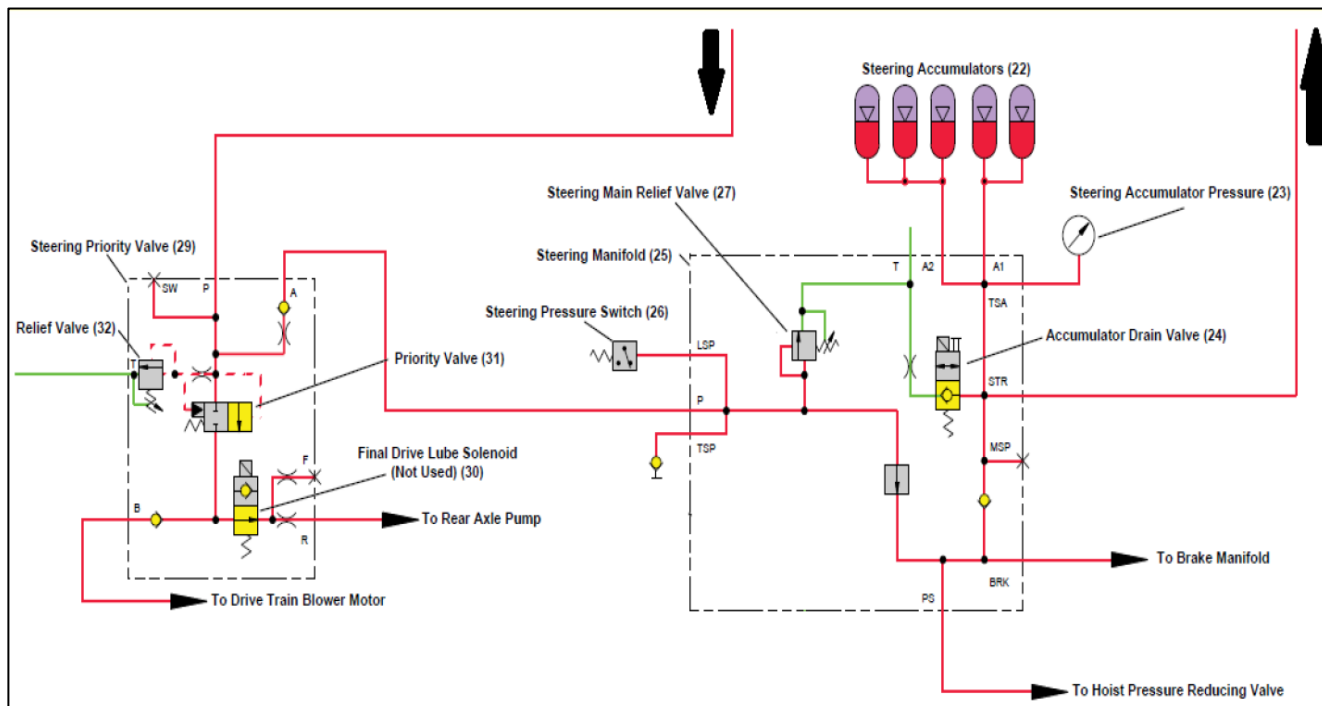
- Martín, I. et al. (2011). Operaciones separación sólido-fluido. *Mecánica De Fluidos*.
https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/20299/11/tema5_operaciones_separacion.pdf
- Angloamerican. (2020). *Time Usage Model*
- Aula 21. (s. f.). *Qué es un sistema hidraulico y como funciona*.
- Caterpillar S. A. (2007). Manual del Analizador de Particulas Caterpillar. *Manual Digital Sis Web Caterpillar*
- Caterpillar S. A. (2009). *Services Interpretation SOS Caterpillar*
- Caterpillar S. A. (2013). *Services Latest Information*
- Caterpillar S. A. (2014). Sistema de levantamiento. *Manual Digital Sis Web Caterpillar*
- Caterpillar S. A. (2016a). Información general (sistema de frenos). *Manual Digital Sis Web Caterpillar*
- Caterpillar S. A. (2016b). Información general (sistema de dirección). *Manual Digital Sis Web Caterpillar*. 2016
- Caterpillar S. A. (2016c). Información general (sistema de tren de fuerza). *Manual Digital Sis Web Caterpillar*. 2016
- Caterpillar S. A. (2017). S. O. S. Services Wear table 794 AC. *Caterpillar SOS WEAR TABLE*.
- Ferreyros S. A. (2019a). *Definicion del Camion Electrico 794AC*
- Ferreyros S. A. (2019b). *Specalog Mining Truck 794 AC*
- Ferreyros S.A. (2020). *Conociendo al Camion 794 AC*
- Corporación Noria. (2021). *Carros de filtracion: Una revision tecnica*
- Caterpillar- (2001). Tool Operating Manual. *Manual Digital Sis Web Caterpillar*
- Tito, D. (2019). *Procedimiento Instalación de Dializador Hidráulico*
- Vásquez, L. (2012). *Análisis de aceite Maquinaria Pesada*
- PFP. (2018). Productos de filtracion y purificacion. Norma ISO 4406 (Limpieza)

Anexos

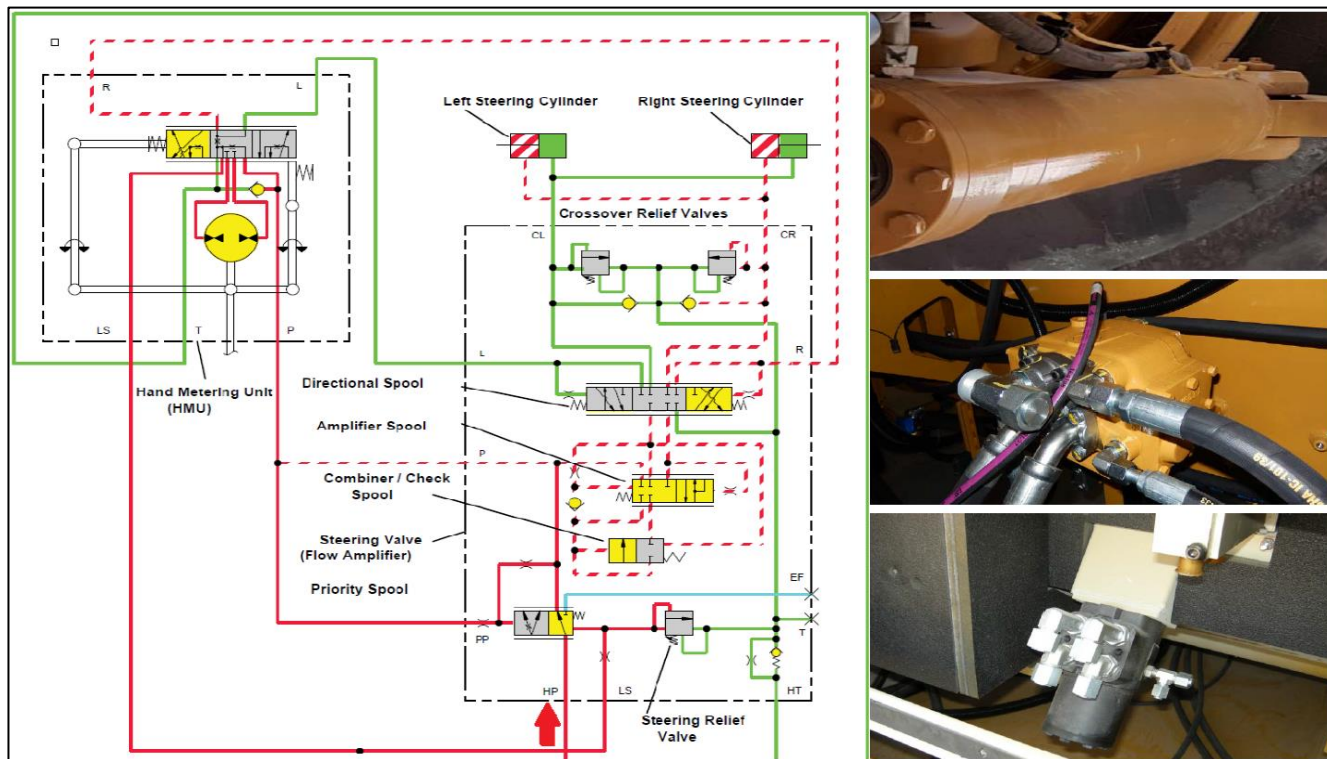
➤ Anexo Nro. 01.- Plano del sistema de dirección:



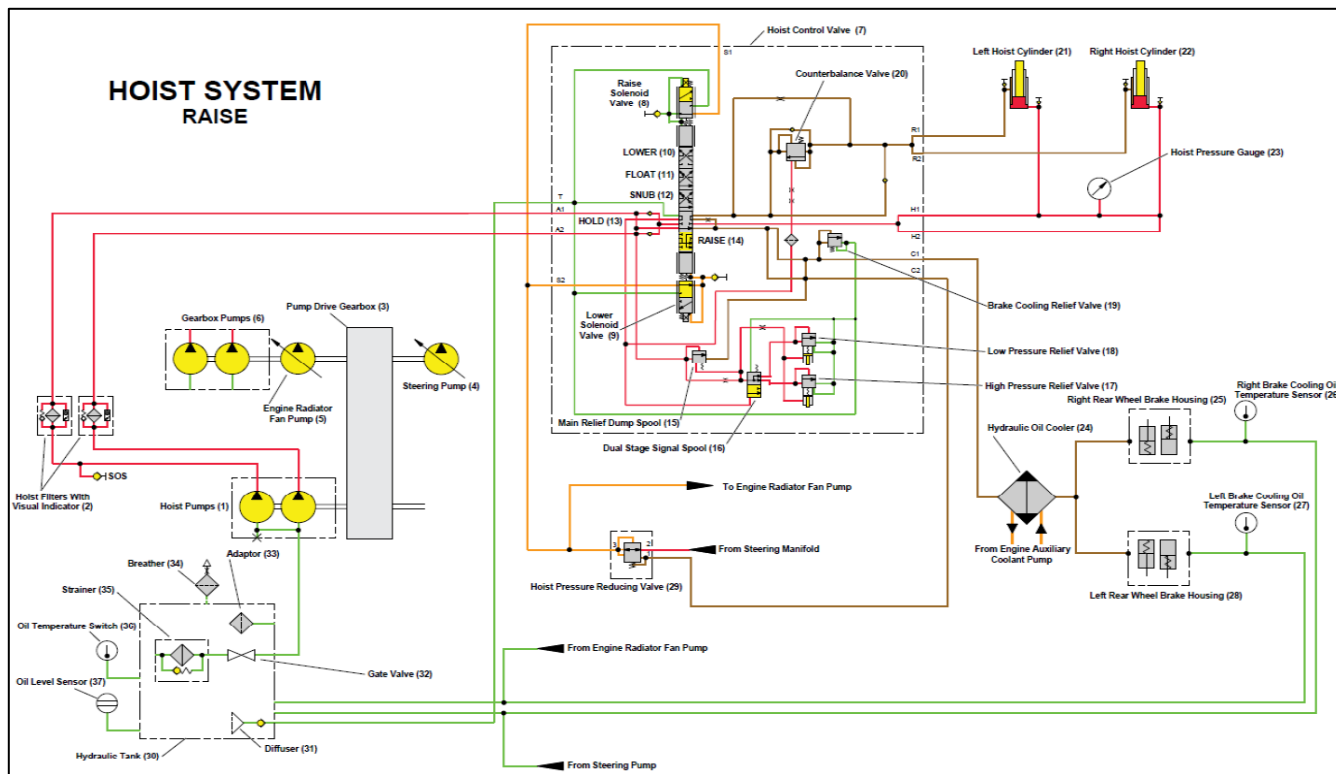
➤ Anexo Nro. 02.- Plano del sistema de dirección:



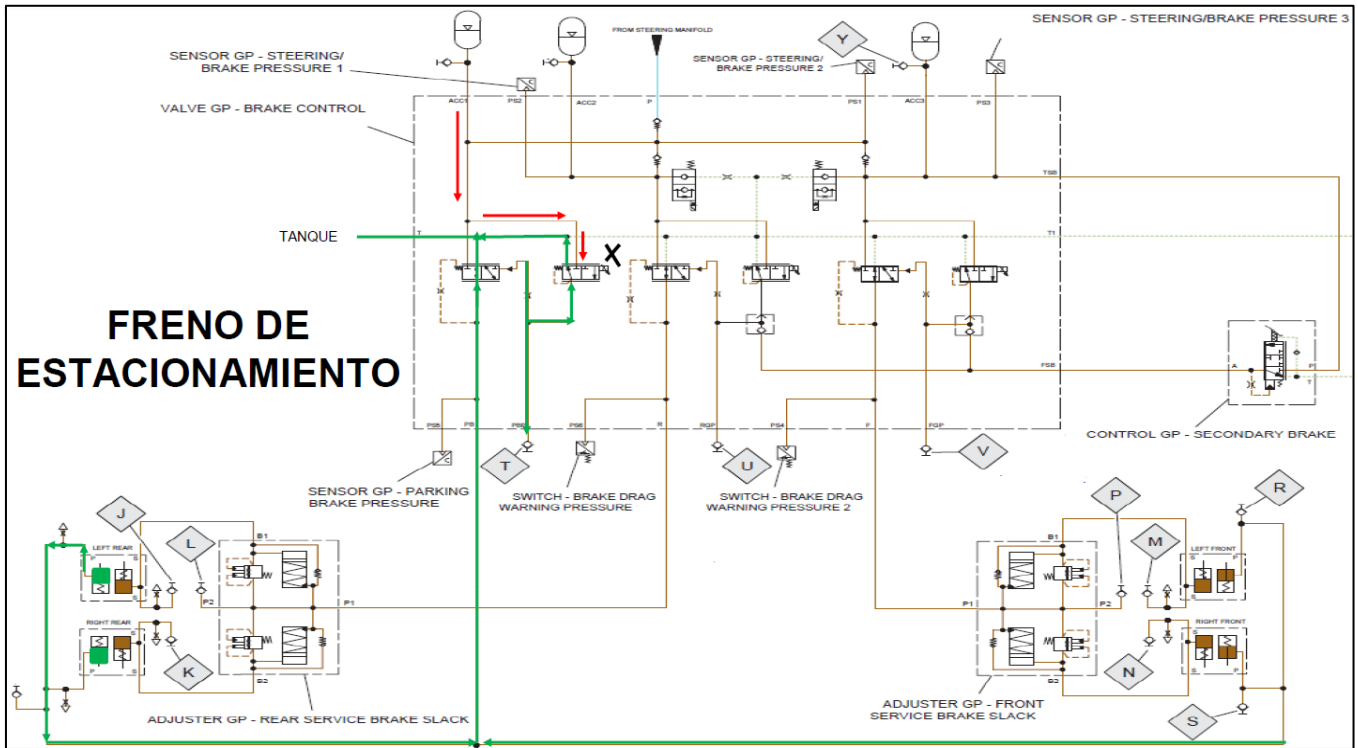
➤ Anexo Nro. 03.- Plano del sistema de dirección:



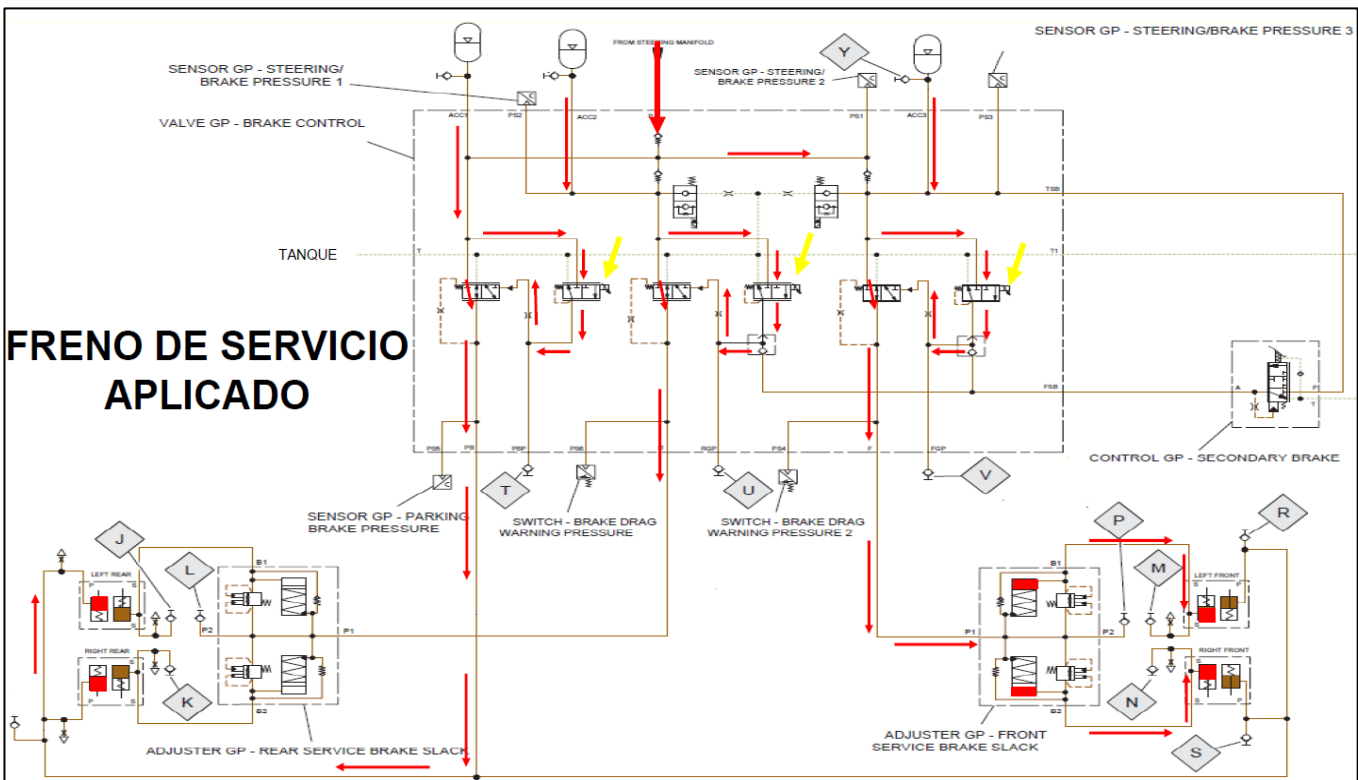
➤ Anexo Nro. 04.- Plano del sistema de levante:



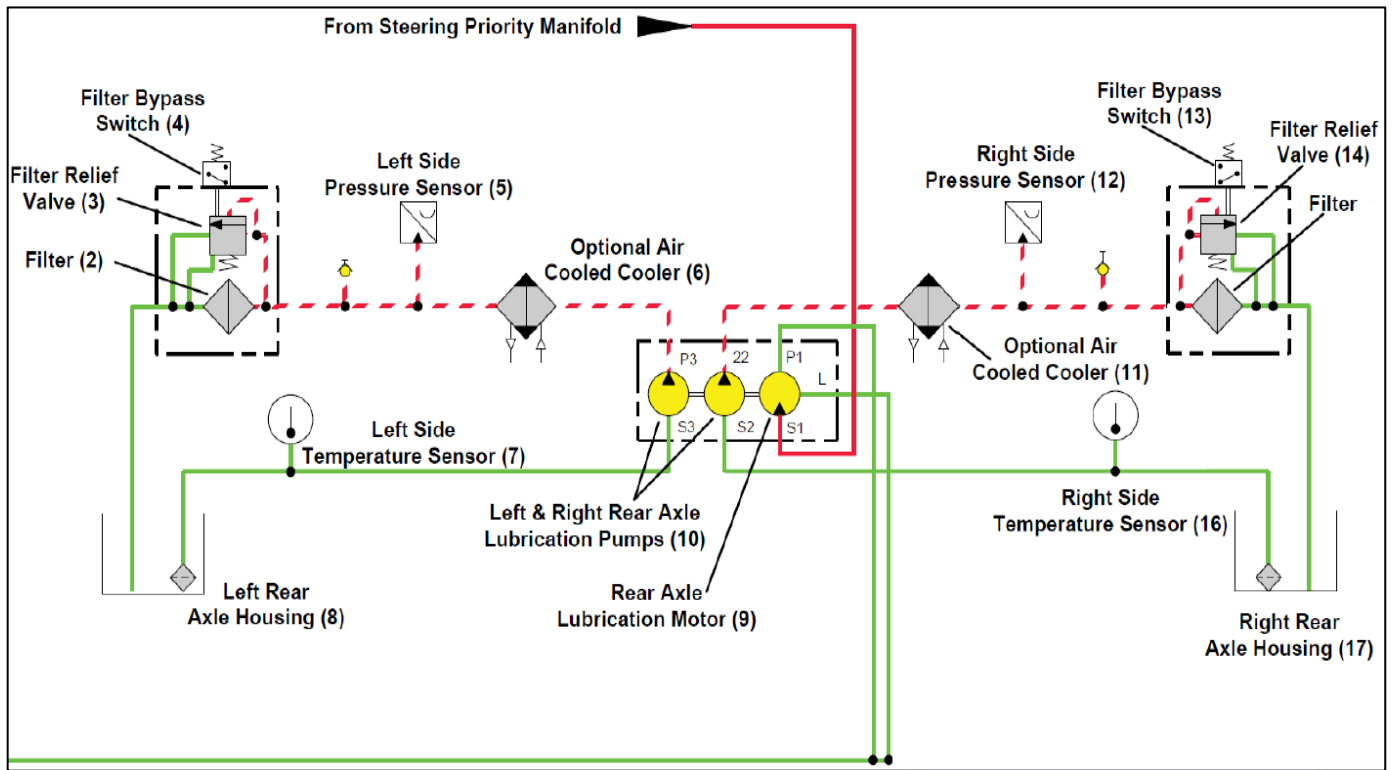
➤ Anexo Nro. 05.- Plano del sistema de Freno:



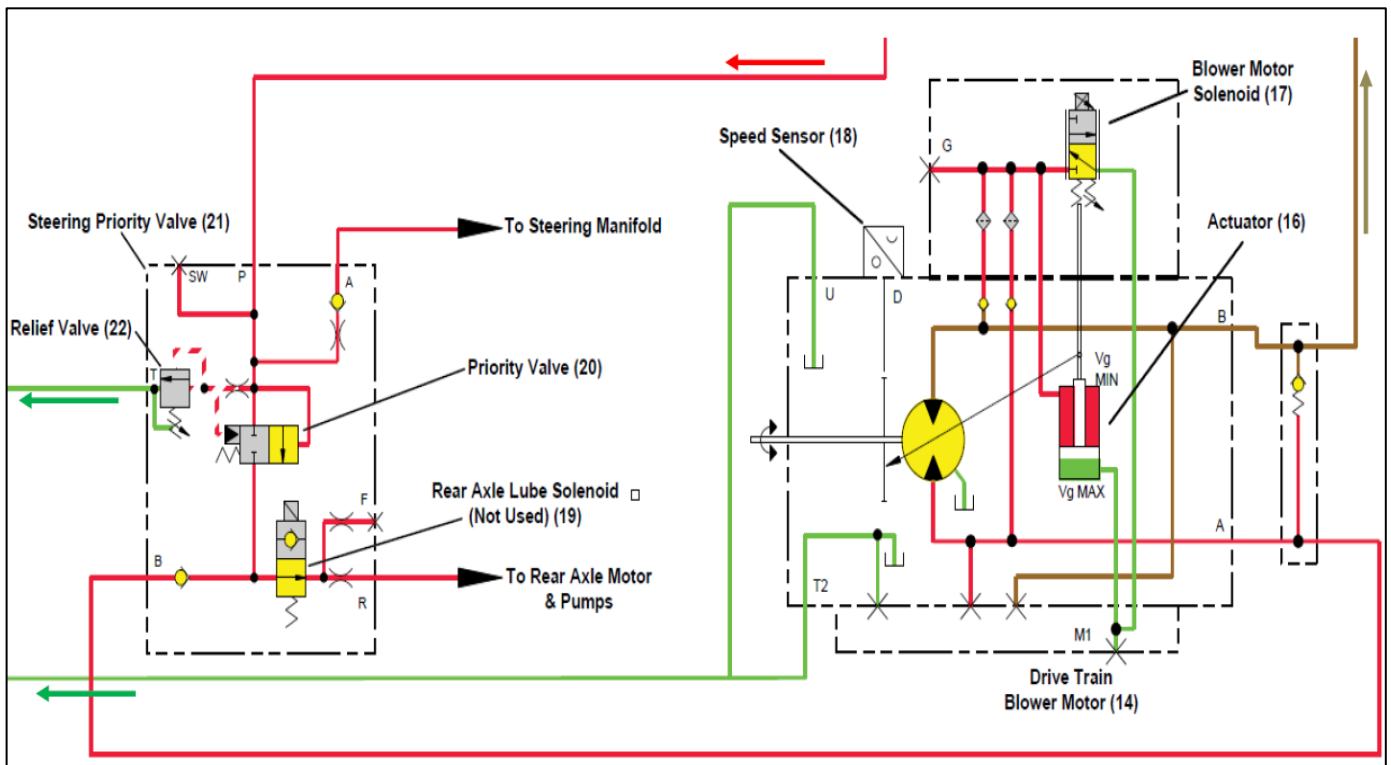
➤ Anexo Nro. 06.- Plano del sistema de Freno:



➤ Anexo Nro. 07.- Plano del sistema de Sistema Rax:



➤ Anexo Nro. 08.- Plano del sistema de Sistema Enfriamiento:



➤ **Anexo Nro. 09.- Resultados de aceite del Camión 794 AC - 41:**

Sampled Date	Model	Asset ID	Asset Serial Number	Component	Meter	Meter on Fluid	Meter Units	Fluid Brand	Dealer Name	Distribution Date	Si	Al	V100	Fe	Pb	ISO	PQI	4μ	6μ	10μ	14μ
17-Nov-2016	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	4673	2256	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	22-Nov-2016	36	5	6.2	5	8	22/20/16	38	25188	8074	2043	608
23-Aug-2019	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	21762	1661	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	03-Sep-2019	22	3	6.2	10	3	19/18/16	42	42217	9232	1660	396
08-Nov-2018	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	17303	677	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	13-Nov-2018	28	3	6.4	4	2	20/18/13	38	8997	1089	206	67
21-Jan-2019	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	18463	1837	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	29-Jan-2019	17	2	6.4	3	0	19/17/15	42	6067	1272	398	174
14-Jul-2019	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	21072	971	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	24-Jul-2019	15	3	6.3	10	2	19/17/13	41	32624	1236	147	40
09-Jan-2017	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	5721	401	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	13-Jan-2017	36	4	6.2	5	5	20/20/17	39	33993	8061	2093	665
06-Jun-2020	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	26203	2120	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	03-Jul-2020	9	3	6.2	5	2	19/15/9	42	23222	216	18	5
18-Dec-2020	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	28794	334	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	20-Jan-2021	11	3	6.4	4	1	20/14/10	40	9526	99	15	5
05-Jun-2016	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	1371	1333	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	10-Jun-2016	38	6	6.2	6	9	19/15/11	36	4808	204	29	11
02-Feb-2019	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	18673	2372	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	12-Feb-2019	20	3	6.3	4	1	19/16/11	39	10122	372	21	6
22-Apr-2016	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	500	462	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	26-Apr-2016	42	4	6.1	6	5	22/18/12	38	20919	1947	125	23
21-Jul-2018	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	15291	595	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	31-Jul-2018	25	4	6.1	8	1	20/22/18	106	69808	32862	7505	2405
04-Jan-2019	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	18239	1766	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	16-Jan-2019	17	3	6.3	4	1	19/18/16	42	9592	1730	651	385
06-Feb-2020	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	24463	376	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	20-Feb-2020	3	2	6	5	1	19/17/11	40	21713	705	73	17
12-Jan-2018	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	11956	1742	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	24-Jan-2018	29	4	6.4	7	3	21/15/11	38	11042	211	31	12
10-Aug-2016	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	2681	264	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	16-Aug-2016	45	7	6.2	4	4	21/18/15	37	11850	1755	608	290
15-Dec-2018	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	17925	1624	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	27-Dec-2018	27	4	6.2	4	2	21/19/16	38	11860	3066	1213	610
14-Oct-2017	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	10570	356	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	25-Oct-2017	35	5	6.2	5	3	22/18/12	40	26602	2431	161	22
26-Jan-2019	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	18547	2246	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	05-Feb-2019	14	2	6.3	4	1	19/17/15	42	9320	741	308	165
14-Feb-2017	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	6400	1610	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	17-Feb-2017	33	5	6.3	5	6	22/19/15	38	20655	2605	677	311
02-Sep-2017	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	9888	1236	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	09-Sep-2017	32	5	6.3	5	5	22/20/15	39	24814	5160	937	226
25-Jul-2016	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	2395	2357	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	01-Aug-2016	42	6	6.1	6	11	22/18/12	36	20435	1690	129	25
11-Mar-2017	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	6897	2107	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	17-Mar-2017	34	6	6.2	6	6	22/18/14	44	23473	2198	536	152
30-Jul-2017	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	9243	591	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	05-Aug-2017	32	5	6.2	5	4	21/16/12	39	12710	476	78	26
27-Jan-2017	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	6060	1270	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	02-Feb-2017	31	6	6.2	6	5	22/17/12	37	20195	853	148	29
06-May-2018	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	14034	1721	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	15-May-2018	25	4	6.3	6	3	21/19/12	104	36858	4015	207	39
07-Jul-2017	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	8828	176	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	12-Jul-2017	33	4	6.2	7	4	23/22/17	39	50123	22299	5415	1208
01-Mar-2020	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	24847	760	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	12-Mar-2020	8	3	6.2	5	1	19/16/11	40	22664	436	50	20
06-Dec-2016	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	5042	2625	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	16-Dec-2016	39	6	6.2	4	4	21/18/15	36	19349	2453	659	214
22-Feb-2018	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	12657	344	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	01-Mar-2018	23	4	6.4	6	3	20/15/10	37	20970	226	25	8
21-Mar-2019	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	19476	3175	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	28-Mar-2019	18	3	6.2	5	1	20/15/10	38	11136	220	29	10
13-Aug-2016	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	2745	328	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	19-Aug-2016	43	5	6.4	4	5	21/18/14	39	13683	1329	256	81
23-Jun-2016	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	1745	1707	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	29-Jun-2016	42	4	6.1	7	11	21/17/10	36	15929	661	39	7
13-Feb-2019	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	18846	2545	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	19-Feb-2019	19	3	6.4	5	1	19/18/10	38	23986	1391	44	10
03-Mar-2019	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	19153	2852	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	13-Mar-2019	22	2	6.3	5	1	20/17/13	38	15241	771	138	61
02-Dec-2019	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	23393	3292	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	16-Dec-2019	12	2	6.3	5	2	21/17/12	40	18080	933	113	25
06-Nov-2016	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	4440	2023	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	12-Nov-2016	38	6	6.2	6	8	21/18/14	37	12017	1391	320	94
10-Jun-2016	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	1467	1429	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	14-Jun-2016	39	5	6.2	6	9	22/18/11	38	20962	1507	99	14
06-Apr-2019	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	19728	3427	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	17-Apr-2019	20	3	6.2	5	1	19/17/13	40	16074	861	157	52
21-Oct-2018	MT5300DAC	41	MT500108	SISTEMA HIDRAULICO	16970	344	HR	MOBIL	FERREYROS S.A.A.	30-Oct-2018	26	5	6.6	4	1	20/19/16	40	22173	3683	1120	482