

La Vida Útil de Equipo Pesado – Transmisiones, Diferenciales y Sistemas Hidráulicos

Este boletín #12 es el trabajo de Richard Widman de Widman International SRL, Santa Cruz, Bolivia, escrito para informar a los ingenieros del daño causado por las prácticas tradicionales en los talleres del país. Es el resumen de años de análisis de aceites y estudios de problemas de equipo en Bolivia.

Este es el sexto de una serie de boletines donde revelaremos los secretos de la vida larga para los equipos pesados para construcción de carreteras y desmante. En este boletín hablaremos de las transmisiones automáticas y el tren de fuerza, las condiciones operacionales, los hábitos tradicionales de los talleres que causan daños a los discos de embrague, discos de frenos y engranajes, aumentando los costos de operación y la frecuencia de reparaciones. Hablaremos de las tecnologías disponibles para extender la vida útil de estos componentes más allá de su vida nominal.

En boletines anteriores hablamos de los efectos de contaminación en los motores y las transmisiones incluyendo los requerimientos de lubricación y refrigeración. También cubrimos las características de grasa y su uso en rodamientos. Todos los boletines están disponibles en nuestra página Web: www.widman.biz

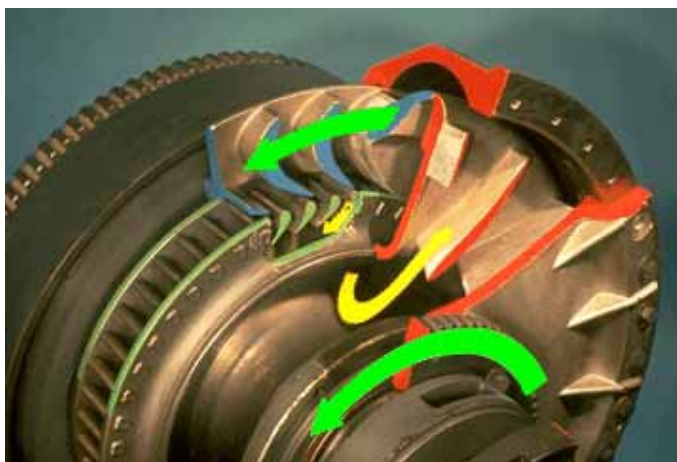
Las transmisiones de equipo pesado son diseñadas para proveer más de 18,000 horas de servicio sin reparaciones, con cambios de aceite y monitoreo de contaminantes de acuerdo al plan de mantenimiento.

En Bolivia el promedio de vida útil de las transmisiones de equipo pesado varía entre 6,000 y 8,000 horas de servicio, aunque conocemos transmisiones de equipo pesado (en Bolivia) que pasan de las 24,000 horas sin reparaciones. ¿Cuál es el secreto de esta larga vida? El aceite debe fluir exactamente como fue diseñado, llevar el calor al enfriador y resistir la oxidación.

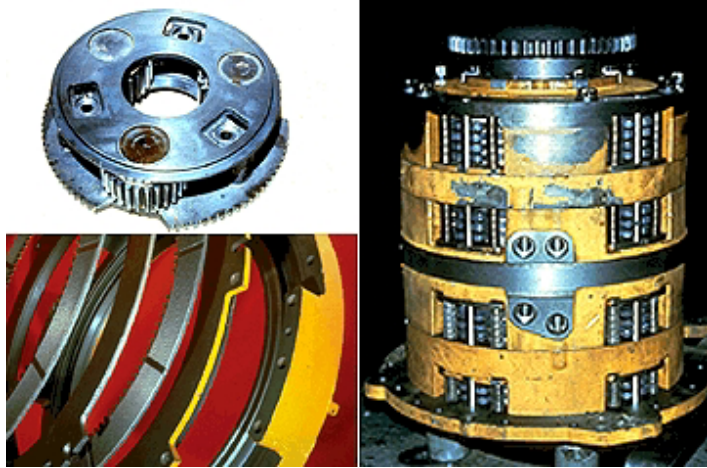
El Concepto de Funcionamiento del Tren de Fuerza

Para entender el cuidado del equipo y el porqué de los procedimientos de mantenimiento, tenemos que entender el sistema básico de funcionamiento de sus piezas.

Convertidor de Torque (Par): El convertidor es un tipo de turbina que gira el aceite a alta velocidad contra sus aletas, haciendo girar el eje de la transmisión con un aumento de torque. El aceite no puede ser muy viscoso y no puede tener aditivos (azufre/fósforo) que cambien las superficies; esto elimina el uso de aceites de transmisión GL-5. El aceite a utilizar debe tener alta resistencia a la oxidación y alta detergencia para evitar la formación de barnices; esto también elimina el uso de aceites GL-1 y aceites hidráulicos industriales (tipo Hidráulico 68). No puede tener polímeros para mejorar su viscosidad ó índice de viscosidad, por el efecto de cizallamiento en la alta velocidad; esto elimina el uso de aceites multigrados, a no ser que sean sintéticos.



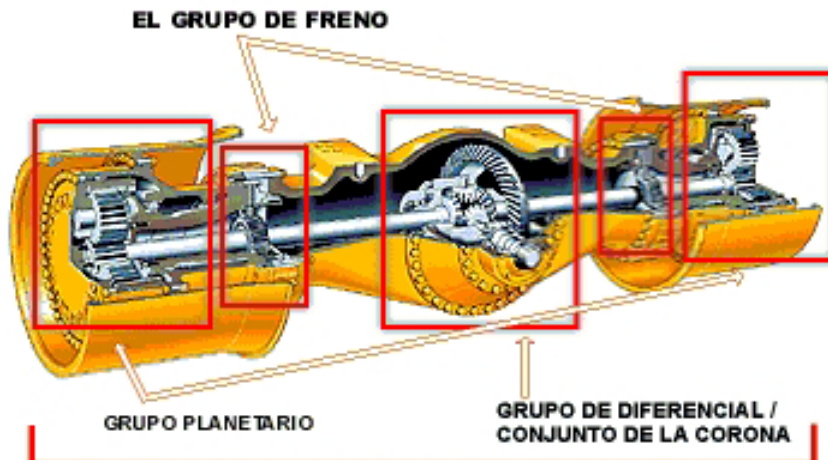
Embragues: Para utilizar el torque en la transmisión, existe un grupo de embragues de diferentes materiales y diseños de canales o ranuras para desplazar el aceite y transferir la fuerza al engranaje elegido. Si el aceite es muy viscoso o contiene aditivos de adherencia permanente, no se desplaza de la superficie, causando el patinado de los discos, aumentando la temperatura del aceite y las superficies. Si el aceite tiene muchos polímeros para mantener su viscosidad, estos se rompen, causando una pérdida de viscosidad y reducción en lubricación hidrodinámica.



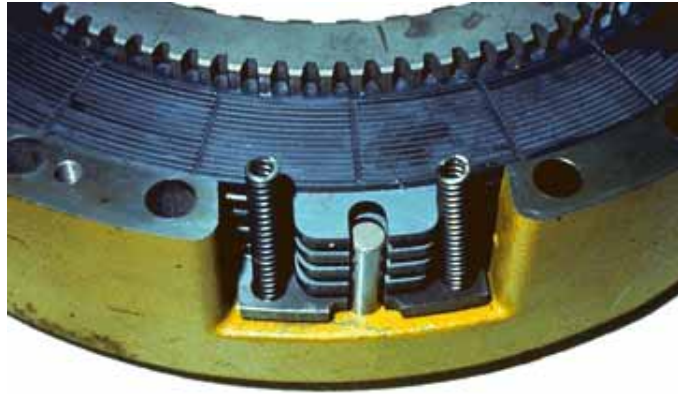
Engranajes: La transmisión, el diferencial y los mandos finales están compuestos de engranajes que requieren lubricación en condiciones extremas. El aceite tiene que mantener su viscosidad para lograr una buena lubricación hidrodinámica. Esto elimina el uso de aceites multigrados de motor y otros con polímeros para mantener su viscosidad.



También tiene que tener aditivos anti-desgaste para evitar desgaste prematuro de las superficies. Aunque en esta parte de la transmisión se podría utilizar aditivos tradicionales de extrema presión, por estar en el mismo sistema de los embragues y el convertidor debemos utilizar aceites con aditivos que no se adhieran permanentemente.



Frenos: La mayoría del equipo pesado tiene frenos en el eje donde son enfriados por el aceite. El aceite utilizado tiene que resistir las altas temperaturas de los discos y platos de estos frenos, y desplazarse rápidamente por las ranuras para permitir el frenado del equipo (ver foto). El aceite tiene que ser el mismo utilizado en los engranajes del diferencial, pero no puede tener aditivos de extrema presión ni aditivos que formen una película protectora permanente en los discos. Un aceite muy viscoso no se desplazará, y un aceite de baja calidad o con polímeros para mantener su viscosidad, sufrirá problemas de cizallamiento y pérdida de viscosidad.



Rodamientos y Cojinetes: En todos los puntos de apoyo de los ejes hay cojinetes o rodamientos que requieren lubricación por aceite. Estos cojinetes y rodamientos son cargados con altas presiones y fuerzas, pero tienen que operar en el mismo aceite que cuida los frenos y embragues. El uso de un aceite con alto cizallamiento o poca viscosidad reduce la película de lubricación hidrodinámica.

La Lubricación del Tren de Fuerza

En total, una transmisión Caterpillar puede tener siete materiales diferentes. **El aceite tiene que ser compatible con todos esos materiales, no disolverlos, mantener su viscosidad, evitar desgaste, mantener su película en los engranajes y rodamientos, desplazarse de los embragues y discos de freno en el momento ideal de contacto, transferir calor de los componentes al exterior, evitar o limpiar depósitos de barniz y resistir mil horas de servicio eficiente entre cambios.** Hoy en día los aceites para motor son tan resbalosos que no permiten la fricción necesaria entre superficies que tienen que transmitir torque.

Para cumplir con todos estos requerimientos, Caterpillar diseñó un banco de pruebas y un aceite que podría cuidar todos estos aspectos y proveer unas 18,000 horas de servicio para su equipo. Los aceites que pasan estas pruebas tienen la clasificación **Caterpillar® TO-4**. Komatsu encontró que el mismo aceite daría una vida larga a su equipo, la especificación Komatsu es TO30 o TO50, asociado con su viscosidad (También conocido como Komatsu® Power Train TO).

Para cumplir con estas pruebas el aceite tiene que tener más de 2800 ppm de detergente para poder mantener el sistema limpio y libre de barniz. También requiere unas 1100 ppm de fósforo y 1200 ppm de zinc para evitar el desgaste, además de varios otros aditivos para modificar la fricción y deslizarse sobre las superficies. Cuando está totalmente formulado con todos sus aditivos, tiene que tener un coeficiente de fricción dinámica entre 0.85 y 1.3, manteniendo un valor entre 0.95 y 1.25 después de 25,000 ciclos de trabajo. Esto quiere decir que tiene que desplazarse de los discos de embragues y frenos dejándolos limpios para que trabajen con su propio coeficiente de fricción. Como ejemplo, notamos que la goma seca tiene un coeficiente de fricción de 1.12, goma mojada con agua tiene 0.92, goma con aceite de motor 0.59, Teflón sobre teflón tiene un valor de 0.04, mientras un aceite ATF Dexron tiene un valor de 0.11. No podemos darnos el lujo de asumir que todos los aceites son iguales ó confiar que al palparlo con el dedo verificaremos su calidad.

Las pruebas de Caterpillar requieren la operación de un equipo por robot sobre el banco de pruebas. Las computadoras miden la fricción, la habilidad de transmitir fuerza sin patinar o apagar el motor y otros parámetros importantes. Al final del periodo de prueba, se desarma el equipo para medir el desgaste.

Es importante hacer notar que mientras hay muchos aceites en el mercado que no cumplen con las normas de Caterpillar, también hay aceites que cumplen y otros que sobrepasan estas pruebas. En el caso del **American Power Fluid TO-4**, al final de las pruebas hay 60% menos desgaste que lo permitido por Caterpillar. Esto traduce directamente en mayor vida útil del equipo.

Viscosidad: Cada equipo tiene una viscosidad correcta para sus componentes de acuerdo a la temperatura del ambiente. Las viscosidades normalmente recomendadas son SAE 30 y SAE 50. Estas son las mismas viscosidades disponibles para motores, pero hay que especificar siempre un aceite que cumpla con las normas CATERPILLAR® TO-4.

Todos los meses encontramos equipo donde algún mecánico colocó un GL-5 85W-140 en el convertidor/transmisión de este equipo. Este producto es muy viscoso y tiene azufre y fósforo que forma capas permanentes sobre las superficies, evitando la transmisión de fuerza correcta, cubriendo sensores electrónicos y causando daños permanentes al equipo. Hoy en día no se puede depender del mecánico empírico para ahorrar dinero en mantenimiento. Hay que buscar los últimos avances y aplicar las técnicas correctas.

La Contaminación del Tren de Fuerza

Hay que acordarse de que este equipo trabaja en condiciones de polvo, agua, residuos mineros y otros contaminantes. El hecho que la fábrica indica un cambio de aceite cada 1000 horas es valido, pero cuando los respiraderos, tapones y retenes están en buen estado. En este ejemplo de una transmisión de una Oruga CAT D7G, se analizó el aceite con el cambio a 1005 horas, pero 20 ppm de sodio que entró de algún río, con 61 ppm de tierra (silicon) y 20 ppm de los 27 ppm de aluminio en forma de polvo o lodo. Los 216 ppm de desgaste y herrumbre de hierro y 285 ppm de corrosión de cobre son evitables si el operador comentaba sus condiciones de trabajo y el mecánico mantenía los filtros y retenes en condiciones originales, o hacer el cambio antes de tiempo por el aviso del operador.

			SPECTROCHEMICAL ANALYSIS (ppm)																
Lab No	Date Taken	Time on Oil	Iron	Chromium	Lead	Copper	Tin	Aluminum	Nickel	Silver	Silicon	Boron	Sodium	Magnesium	Calcium	Barium	Phosphorus	Zinc	Molybdenum
37751	13-FEB-02	1005	216	2	30	285	4	27	0	0	61	3	20	107	2980	1	1217	1407	1
Abnormal	22-FEB-02	5055	A			A													

LabNo	Physical Properties						Additional Tests
	Fuel	Visc40	Visc100	Water	Soot/ Solids	Glycol	
37751	N/A	N/A	10.44	0	<0.1	N/A	

La práctica de lavar el equipo en el río aumenta la probabilidad de contaminar el aceite con agua sucia y causar daños al equipo.

La acumulación de contaminantes en el aceite es una de las razones principales de recomendar cambios de aceite sin extender el intervalo. Al final más vale extender la vida útil del equipo, que el uso del aceite.

La Degradación del Aceite.

Durante las horas de uso el aceite se degrada. Puede perder viscosidad por cizallamiento, o aumentar viscosidad por oxidación. Entre mas resbalan las superficies, mas calienta el aceite y mas pronto se oxida. También se degradan los aditivos, perdiendo su habilidad de mantener las piezas libres de barniz y evitar desgaste. Aquí podemos ver la diferencia entre dos aceites. En **Muestra 1** tenemos un aceite barato que supuestamente es SAE 50 con **15** horas de uso en un CAT 924. Su viscosidad de 16.21 cSt es debajo de la norma ISO para un SAE 50 (debería estar entre 16.30 cSt y 21.90 cSt). Esta transmisión quebró a las 3,015 horas con este aceite.

Muestra 1

			SPECTROCHEMICAL ANALYSIS (ppm)																			
			Iron	Chromium	Lead	Copper	Tin	Aluminum	Nickel	Silver	Silicon	Boron	Sodium	Magnesium	Calcium	Barium	Phosphorus	Zinc	Molybdenum	Titanium	Vanadium	Potassium
Lab No	Date Taken	Time on Oil																				
Condition	Tested	Time on Unit																				
37837	07-FEB-02	-	11	0	3	7	0	2	0	0	2	9	17	66	2566	1	891	1034	0	0	0	0
Normal	22-FEB-02	3000																				

LabNo	Physical Properties						Additional Tests
	Fuel	Visc40	Visc100	Water	Soot/ Solids	Glycol	
37837	N/A	N/A	16.21	0	<0.1	N/A	

La **Muestra 2** es American Petroleum TO-4 con 1005 horas de uso en un D7G. Podemos ver que todavía tiene 23% más calcio para mantener la limpieza y 33% más zinc y fósforo para evitar desgaste y oxidación aunque tiene 990 más horas de uso. Esta muestra ejemplifica el bajo nivel de desgaste y contaminación que puede tener este equipo después de 1000 horas de servicio. Esta transmisión tendrá una larga vida útil.

- Contaminantes: 13 ppm de sodio (entrada de agua de algún río), 25 ppm de tierra por el respiradero (probablemente en el mismo río) y 9 ppm de aluminio que también entro como parte de la tierra.
- Desgaste: 64 ppm de hierro, 1 ppm de cromo, y 4 ppm de plomo.

Muestra 2

			SPECTROCHEMICAL ANALYSIS (ppm)																			
Lab No Condition	Date Taken Tested	Time on Oil Time on Unit	Iron	Chromium	Lead	Copper	Tin	Aluminum	Nickel	Silver	Silicon	Boron	Sodium	Magnesium	Calcium	Barium	Phosphorus	Zinc	Molybdenum	Titanium	Vanadium	Potassium
37753 Normal	13-FEB-02 22-FEB-02	1005 5055	64	1	4	0	0	9	0	0	25	0	13	24	3160	1	1184	1374	0	0	0	0

LabNo	Physical Properties						Additional Tests
	Fuel	Visc40	Visc100	Water	Soot/ Solids	Glycol	
37753	N/A	N/A	18.81	0	<0.1	N/A	

Componentes Especiales

Algunos equipos tienen planetarios, engranajes o piñones donde no hay discos de frenos, embragues u otros componentes donde es importante mantener características especiales de fricción.

Diferenciales separados: Cuando los diferenciales no tienen frenos ni embragues de desplazamiento limitado, muchas veces se utiliza un aceite de mayor protección contra extremas presiones. Típicamente se utiliza un aceite API GL-5, SAE 80W-90 o SAE 85W-140 con un paquete de aditivos de azufre y fósforo con un mínimo de 60 libras de protección en prueba Timken®. Es importante considerar la composición de los elementos, si tiene bronce o cobre, se debe usar TO-4.

Cubos o Mandos Finales: Si estos componentes no tienen frenos ni piezas de bronce o cobre, también pueden ser lubricados con un aceite API GL-5 SAE 80W-90 o SAE 85W-140 con un paquete de aditivos de azufre y fósforo con un mínimo de 60 libras de protección en prueba Timken®.

Piñones de Rodado (Orugas): Uno de los errores más costosos en Bolivia es la lubricación de los piñones sin considerar los materiales. Muchos de los piñones de Caterpillar tienen rodamientos que pueden ser lubricados con un aceite API GL-5 (vea su manual). Los piñones de orugas Komatsu tienen cojinetes de bronce. Si colocamos un aceite GL-5 con un paquete de aditivos azufre/fósforo, causaremos mayor desgaste del bronce por su adherencia química a éste metal y el efecto de “pelar” el bronce al gastarse. Cojinetes de bronce requieren una lubricación con aceite TO-4.

También hay rodamientos diseñados para ser lubricados con Grasa EP. Hay que evitar la compra de las grasas baratas que no tienen protección EP.

Siempre se debería leer el manual para conocer la recomendación del fabricante.

Sistemas Hidráulicos de Equipo Pesado

Los sistemas hidráulicos del equipo Caterpillar, Komatsu y otros son diseñados para proveer largos años de servicio sin problemas de bombas, mangueras, retenes, etc. El problema que tenemos con estos equipos es que confundimos su fluido hidráulico por el fluido hidráulico industrial (mismo nombre). Cuando pedimos un “aceite hidráulico” para el equipo, el sector de Compras, Gerencia o el proveedor nos entrega un aceite hidráulico industrial. **Las fallas del equipo frecuentemente son causadas por éste aceite.** ¿Cuál es la diferencia?

El equipo hidráulico industrial típicamente opera estacionado en un ambiente controlado. No tiene movimiento de su tanque y sus sistemas de control son relativamente sencillos, (una o dos operaciones simultáneas) y a veces automatizadas. Tocaremos este tema en un boletín futuro.

El equipo hidráulico de equipo pesado se encuentra con el tanque siempre en movimiento, operando en la lluvia, humedad y tierra. Sus controles y funciones son múltiples, utilizando válvulas complicadas para balancear la fuerza y volumen entre diferentes movimientos. Las complejas servoválvulas, válvulas de compensación y de alivio de presiones tienen que operar constantemente para equilibrar estas fuerzas y permitir que el operador aproveche al máximo la maquinaria. Con el movimiento constante no hay como mantener el agua (resultante de condensación o lluvia) separada del aceite dentro del tanque como en los sistemas industriales.

Reproducimos una parte del manual de Caterpillar®

- “Industrial hydraulic oils may shorten hydraulic pump and component life because they typically omit or contain reduced levels of the additive agents listed in this publication. Industrial hydraulic oils are usually formulated to separate water from the oil, a desired characteristic for stationary hydraulic systems. However, in earthmoving equipment this separated water will cause pump and component damage if it is suddenly drawn through the system from the tank as the machine moves.”

“Aceites hidráulicos industriales pueden acortar la vida de bombas y componentes hidráulicos porque típicamente omiten o contienen niveles reducidos de los aditivos mencionados en esta publicación. Aceites hidráulicos industriales normalmente son formulados para separar agua del aceite, una característica deseable para un sistema hidráulico estacionario. Al contrario, en equipo de movimiento de tierra esta agua separada causará daños a la bomba y los componentes si de repente es chupada por el sistema del tanque mientras el equipo está en movimiento.”

Komatsu® también habla del mismo problema en un boletín reciente:

- “There has been a lot of discussion on this subject, but as of this date, the only product recommended by Komatsu for hydraulic system use is **SAE10W engine oil** that meets API specification **CD (or later specification in this series)** or MIL-L-2104. At this time, **the use of AW series hydraulic oils, such as AW46 are not recommended.**”

“Ha habido mucha discusión sobre este tema, pero hasta la fecha el único producto recomendado por Komatsu para sistemas hidráulicos es el aceite de motor SAE 10W que cumple con la especificación API CD (o mas reciente en esta serie) o MIL-L02104. En este momento el uso de la serie de aceites hidráulicos anti-desgaste, como AW 46 no es recomendado.”

Nota: Un aceite API CD es barato, pero puede tener solamente 600 ppm de Zinc. Recomendamos como mínimo un CF-4.

Vemos los requerimientos de aceites para los diferentes sistemas hidráulicos:

Característica	Hidráulico Industrial	Hidráulico Caterpillar o Komatsu
Detergente/Dispersante	No	Si
Cantidad de Zinc	± 300	> 900
Demulsificante	Si	No
Emulsificante	No	Si
Viscosidad	ISO 32, 46, 68, 100	SAE 10W, 30, 10W-30, 15W-40
Anti-espumantes	bajo	alto

Detergente/Dispersante: Para mantener las válvulas y todas las piezas limpias y evitar la formación de lodos en el sistema con la humedad y tierra que entra, Caterpillar® y Komatsu® requieren un aceite con detergente.

El dispersante mantiene el agua dispersada en el aceite para evitar cavitación de la bomba.



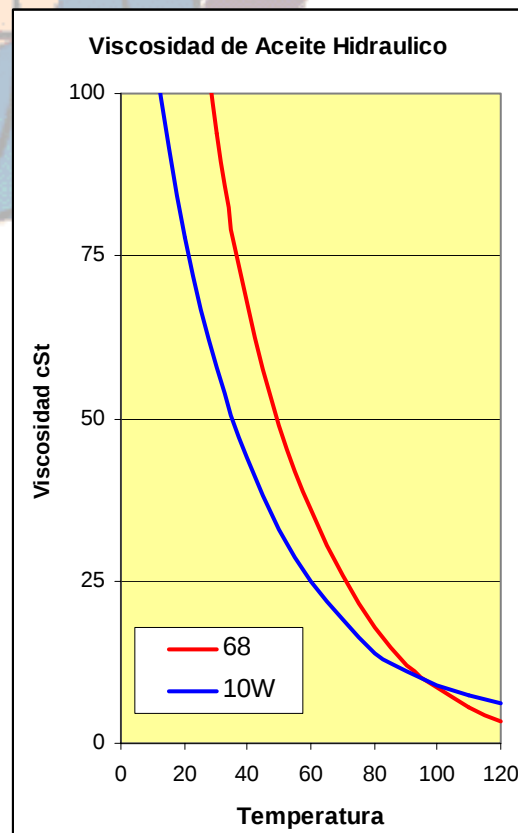
Zinc: El zinc, en combinación con fósforo, opera como anti-desgaste y anti-oxidante. Típicamente los sistemas industriales no

operan con las presiones y la circulación altas que en los equipos pesados. Si operamos el sistema con aceite hidráulico industrial (comúnmente llamado “hidráulico 68” en Bolivia) tendremos solo cerca de 33% de la protección necesaria. También hay aceites hidráulicos en el mercado que tienen la imagen de equipo pesado en su ficha técnica, pero no tiene nada de zinc u otro aditivo anti-desgaste. Para máxima protección, Caterpillar®, American® y algunas otras marcas tienen aceites con mas de 1200 ppm de zinc (American® tiene mas de 1500 ppm).

Viscosidad: El hábito de muchos operadores y mecánicos en el país, es colocar un aceite Hidráulico ISO 68 para todo. Al observar los aceites a temperatura ambiente, un SAE 10W es menos viscoso que un ISO 68. Esto realmente es lo que se requiere para no romper retenes y mangueras a bajas temperaturas. Si el aceite es muy viscoso, crea más presión, menos circulación, mayor tiempo de ciclos y menos rendimiento del equipo.

Cuando se calienta el aceite por las presiones del trabajo, el SAE 10W es mas viscoso que el ISO 68, evitando fugas por los retenes y acoples.

Una manguera con fugas permite la entrada de tierra cuando se despresuriza y corre el riesgo de rotura, derramando aceite por todas partes.



La viscosidad para el equipo pesado está especificada en el manual del fabricante de la máquina. Normalmente se recomienda SAE 10W, SAE 10W-30, o SAE 15W-40. Estos aceites tienen modificadores de punto de fluidez para fluir mejor en temperaturas bajas.

Anti-Espumantes: Un sistema hidráulico industrial tiene un tanque bastante grande para permitir que las burbujas de aire (que podrían crearse) tengan tiempo de deshacerse. En un equipo móvil no hay espacio para un tanque grande y la cantidad de sistemas operando requieren una circulación rápida del aceite. Si el sistema chupa espuma, causa problemas de presiones y posibles daños a las bombas. Los aceites recomendados tienen mayor control de espuma y garantizan mejor desempeño.

Contaminación: Los equipos siempre están operando en polvo, agua y en cambios de temperatura.

- El aceite hidráulico expande y contrae con la temperatura, condensando la humedad que entra cuando está enfriando. Aunque se tenga el mejor aceite, no se debe olvidar de cuidar el sistema de presurización o el respiradero.
- Cada vez que entra aire para compensar por el volumen perdido por el enfriamiento del sistema, también entra tierra, por eso el respiradero tiene un filtro de aire. Visitamos un campamento donde habían eliminado el filtro del respiradero. Esta práctica causa daños severos y un costo de mantenimiento muy alto.
- Cada vez que se repara algún equipo o se cambia una manguera, asegúrese que no entre tierra mientras el equipo esta desarmado. Repárelo en un área protegida, lubrique y cubra las piezas mientras trabaja o espere montarlo.

Recomendaciones:

Lograr bajos costos operacionales depende de un buen mantenimiento. Una de las herramientas más fuertes que tenemos para bajar costos es el **mantenimiento proactivo**. Si queremos practicar mantenimiento proactivo con nuestros equipos, debemos revisarlos todos.

1. Observar las recomendaciones de lubricación y control de contaminación en mantenimiento proactivo de motores descrito en boletines anteriores. Para copias clic aquí: www.widman.biz/Boletines/boletines.html
2. Observar las recomendaciones de cuidado proactivo del sistema de refrigeración descrito en el boletín informativo #11.
3. Utilizar solamente aceites que cumplen con las normas CAT TO-4 en el tren de fuerza, y mejor todavía busque siempre los que sobrepasan esas normas y garantizan mejor desempeño.
4. Tome en cuenta que una transmisión bien cuidada tendrá un cambio de embragues y retenes aproximadamente a las 24,000 horas a un costo cerca de \$US 1,000. Una transmisión que utiliza aceites incorrectos tiene reparaciones de \$US 6,000 o más en 6,000 a 8,000 horas. Cada reparación puede representar unos 15 días de equipo parado. 15 días sin facturar.
5. Considerar las temperaturas del ambiente donde está trabajando la máquina. Cada máquina requiere de una viscosidad correcta para el ambiente. En muchas máquinas el SAE 50 es correcto para el oriente del país, mientras que en el altiplano necesitamos el SAE 30 para poder tener la circulación necesaria.
6. Revisar todos los respiraderos. No los deje tapados o sin filtros.

7. Solamente utilice aceite de calidad **API CI-4 en el motor**.
8. **No use aceites de motor** en el Tren de Fuerza (transmisión, diferencial, mandos finales).
9. **No use aceite hidráulico industrial** (ISO 46 o ISO 68) en equipo pesado.
10. **No lavar las mangueras hidráulicas con diesel**. El diesel debilita las gomas utilizadas en la manguera, acelerando su degradación.
11. Mantener los niveles de aceite en el punto correcto. El exceso o la falta de aceite puede causar espuma o calentamiento del sistema.
12. Para el equipo Caterpillar, revise el manual de recomendaciones en la publicación SEBU6250-13. Esta publicación aclara la situación de lubricantes para equipos fabricados cuando no existían los aceites que están disponibles hoy en día.
13. Repare los equipos en un área protegida o cubra las piezas mientras trabaja o consiga repuestos. **Es más difícil eliminar la tierra que evitar su entrada a los sistemas.**

Resumen:

La inversión que tiene cada individuo o empresa en equipo o vehículos es apreciable. Hoy en día los vehículos y equipos están diseñados para proveer muchos años de servicio sin reparaciones generales. Para cumplir con nuestro deber de mantenerlos tenemos que evitar su destrucción por refrigerantes o lubricantes incorrectos y contaminantes del ambiente, capacitando a nuestros mecánicos y cambiando su mentalidad tradicional que esta orientada al **mantenimiento correctivo** hacia una actitud de **mantenimiento proactivo**.

Widman International SRL contribuye a la capacitación de los ingenieros y usuarios en Bolivia para mejorar su competitividad. Para mayores informaciones prácticas, visite nuestra página Web: www.widman.biz

Si usted conoce a otra persona que estará interesada en recibir estos boletines, favor responder al scz@widman.biz con el email que quiere adicionar.

Si no quiere recibir estos boletines mensualmente, favor responder al scz@widman.biz con “**remover**” en el asunto.

La información de este boletín técnico, es de única y completa propiedad de Widman International S.R.L. Su reproducción solo será permitida a través de una solicitud a scz@widman.biz no permitiendo que esta altere sus características ni su totalidad.