

La importancia de la interpretación del reporte de análisis de aceite usado

Por Richard Widman

En el curso de cada mes, millones de aceites son analizados por laboratorios de diferentes capacidades o certificaciones, cada aceite calificado científicamente con sus características químicas y su estado de contaminación o degradación. Cuando un experto, interno o externo a la empresa, interpreta los resultados para utilizarlos en la configuración de un programa de mantenimiento, frecuentemente genera dudas y preguntas de los mecánicos o ingenieros de la planta porque la interpretación no es la misma que el comentario del científico del laboratorio.

Este es el Boletín #160 de nuestro programa de Boletines Informativos mensuales. Todos los boletines están disponibles en formato pdf en <http://www.widman.biz>

Lo básico

Convengamos que el reporte de un análisis de lubricante nos muestra el estado en el que se encuentra el mismo y a través del mismo inferimos o extrapolamos el estado de la máquina, el reporte del laboratorio tiene mucha información técnica y unos comentarios basados en rangos, tal como el reporte del laboratorio de sangre u orina para el humano. Pero tal como el laboratorio de sangre, esos números son fríos y no sirven de mucho, hasta que los ve un médico especializado que conoce el historial de la persona, sus actividades, edad, etc. Los números pueden ser interpretados de diferentes formas y los niveles de cada ítem para el ser humano varía con la edad, sexo, etc. En los equipos, es lo mismo variará con el diseño, los materiales de las piezas, el uso, el combustible, el mantenimiento, etc.

El análisis de aceite usado nos dice mucho sobre nuestro equipo, nuestro mantenimiento, y el trabajo de nuestros mecánicos. Tocamos las razones de analizar aceite en el [boletín 104](#).

El detalle

Además de los números fríos, muchos laboratorios de aceite incluyen algunos comentarios basados en normas estándar o promedios, comparando los resultados con niveles de contaminación o partículas de desgaste con los límites condenatorios del fabricante del equipo. *Ellos miran la condición del aceite para ver si se puede continuar usándolo.* No consideran el tiempo de uso, ni condiciones de uso. Normalmente no tienen cómo hacer recomendaciones para mantenimiento proactivo.

Frecuentemente recibimos preguntas sobre la diferencia entre los comentarios del laboratorio y las recomendaciones de los analistas.

Veremos algunas de estas preguntas y las razones y el porqué no cuadran.

Para los ejemplos que usamos aquí, eliminamos la marca de aceite y detalles del cliente para su privacidad. Hay mucha más información sobre la interpretación de los resultados en [este enlace](#).

Para el primer ejemplo, vemos este reporte del laboratorio (sin considerar lo que marque con rojo).

El laboratorio reporta:

“Tendencia de desgastes satisfactoria. Nivel de partículas abrasivas y otros contaminantes son aceptables. La viscosidad está dentro del rango operacional.”

Está correcto en decir que el aceite todavía no llegó al punto de condenación. El silicio está en 15 ppm. Considerando el hecho de que este aceite usa 6 ppm de antiespumante de silicón, eso es unos 9 ppm sobre el nivel del aceite nuevo. Aun no llegó a 10 ppm sobre el nuevo para ser condenado. Tampoco llegó a los 100 ppm de desgaste de hierro para condenarlo. Técnicamente puede seguir en el motor.

Pero si miramos las horas de uso, vemos que el aceite solamente estaba en el motor por 124 horas. Quiere decir que fue colocado en un motor con muchas partículas de desgaste escondidas en lodo en el cárter o balancines, no ha protegido nada contra las condiciones de este equipo, o hay un problema serio en el motor. De cualquier forma, no puede seguir en el motor si queremos una vida larga del mismo. Hay que ver que pasó. En este caso solo tenemos una muestra. No tenemos un historial para ver que aceite usaba antes ni cuanto tenía de silicio o desgaste el periodo anterior.

Para una interpretación proactiva dividimos esos 85 ppm de hierro entre las 124 horas de trabajo y vemos que tenemos 69 ppm por cada cien horas. Con un buen programa de mantenimiento y un buen aceite podemos llegar a 25 ppm en 500 horas de trabajo en estos motores, o sea 5 ppm por cada cien horas. Si asumimos que el motor con 5 ppm de desgaste por cada 100 horas tiene una vida útil de 25.000 horas, en este caso con los 85 ppm se acorta a unas 1.800 horas antes de ser reparado si consideramos que ese motor tendrá el mismo comportamiento a futuro. Es decir ya en campo este motor está muy lejos del límite condenatorio.

UIN 035A1C7	
Motor Diesel	
N.º de Unidad	
Unidad:	
Fabricante:	John Deere
Modelo:	3510
N.º de Serie:	
Sitio:	
Compartimiento:	
Nombre:	Motor Diesel
Fabricante:	
Modelo:	
N.º de Serie:	
Capacidad:	
Cliete:	
DIAGNÓSTICO	
Tendencia de desgastes satisfactoria. Nivel de partículas abrasivas y otros contaminantes son aceptables. La viscosidad esta dentro del rango operacional.	
Acción: Retomar muestra durante el próximo servicio para continuar monitoreo.	
ANALISTA:	
Tiempo del Aceite Marca de Aceite Tipo de Aceite Grado del Aceite Aceite Agregado Filtro Cambio de Aceite N.º de Orden	124 SAE 15W40
Metales (ppm)	
Hierro (Fe)	85
Crómo (Cr)	2
Plomo (Pb)	3
Cobre (Cu)	2
Estaño (Sn)	<1
Aluminio (Al)	2
Níquel (Ni)	4
Plata (Ag)	<1
Titanio (Ti)	<1
Vanadio (V)	<1
Pruebas Físicas	
Viscosidad (cSt 100C)	13.9
Combustible (%)	<1
Hollín (%)	1.2
SAE Rating Determination	40
Contaminantes (ppm)	
Silicio	15
Sodio (Na)	25
Potasio (K)	8
Aditivos (ppm)	
Magnesio (Mg)	1436
Calcio (Ca)	1668
Bario (Ba)	<1
Fósforo (P)	1366
Zinc (Zn)	1496
Molibdeno (Mo)	78
Boro (B)	<5
Contaminantes	
Agua (%)	<0.05
Refrigerante	No
Pruebas Físicas / Químicas	
Número de Base (mgKOH/g)	8.3
Viscosidad (cSt)	<1

El objetivo

Si el dueño del equipo solo quiere saber cuándo cambiar aceite, ***puede usar los comentarios fríos***. En el próximo periodo de muestreo, verá que sobrepasó los límites y cambiará el aceite, pero probablemente con mucho desgaste.

Si el dueño quiere cuidar al equipo y hacerlo vivir muchos años, tomará en cuenta los comentarios proactivos del analista, buscará los problemas o la causa raíz de la entrada de tierra y/o lubricación, hará las reparaciones necesarias, cambiará el aceite de nuevo para botar lo que ya se contaminó y verá otro análisis en 100 a 200 horas (dependiendo de las reparaciones hechas y la condición operacional de la máquina).

Puntos críticos

Para hacer una interpretación, hay que conocer muchos detalles del aceite y el equipo. Unos días atrás alguien me comentó que cambiaron de marca de aceite porque el aceite nuevo contenía 5 ppm de silicio en el reporte. No sabía que eso es antiespumante. Cambiaron por un aceite que sufre de problemas de espuma, desgaste prematuro por cavitación y falta de lubricación. Hubiese valido la pena preguntar antes de asumir. Diez años atrás, pocos aceites venían con estos antiespumantes. Hoy es común.

Los indicadores para la interpretación deben girar en torno a:

- Desgaste, contaminantes y presencia de metales
- Condiciones físico/químicas
- Consistencia o degradación

Y en cada uno de ellos se debe hacer un hincapié especial y además tomar en cuenta la diversidad de influencias que se tornan del ambiente, forma de manejo, condiciones de las carreteras, alturas sobre el nivel del mar donde opera la máquina, modificaciones al equipo, actualización de conocimientos sobre aditivos en aceites, etc.

El uso práctico del análisis para resolver problemas

Notamos que el laboratorio no menciona el problema de Hollín en este reporte. Reporta el 1,2% en valor frío. 1,2% hollín en 500 horas sería dentro del límite condenatorio en este equipo, pero en 124 horas es inaceptable. Eso es carbón circulando por el motor, lijando todo. Viene de combustión incompleta por una falta de temperatura u oxígeno. En la interpretación y recomendaciones consideramos que es absurdo tener tanto hollín en el motor y buscamos el problema.

Acción: *Buscamos la causa raíz:* En este caso resulta que el problema es un sistema de filtración de aire fabricado localmente por alguien que no entiende del volumen de aire necesario para un motor de este tamaño. El “*experto*” local fabricó un pre-filtro y redujo el caño al filtro. Esto es una reducción 40% en el volumen aire disponible, causando:

- Más restricciones y por ende menos aire disponible para la combustión.
- Mayor velocidad de aire por la entrada, chupando más tierra y hojas, taponando la rejilla.
- Rápido taponado del filtro de aire y aumento en la probabilidad que el operador tenga la tentación de “sopletear” el mismo con aire a presión para “limpiarlo o destaparlo.
- Pobre combustión, causando alta producción de hollín.

- Rápida degradación del aceite
- Trancado de anillos
- Pérdida de fuerza del motor (por falta de aire y por desgaste).

Ese sistema trató de copiar sistemas donde el escape chupa la tierra pesada del pre-filtro, pero hizo conexiones de 90°, sin crear un vórtice y usando tubos ondulados (tipo fuelle) que tienen mucha resistencia. Además, con la adaptación de este tubo al escape, redujo la salida de escape de 5 pulgadas a 2 ½”, causando una presión alta en el escape, quitando fuerza y reduciendo la salida de gases, aumentando la acumulación de hollín en el motor. No funcionó.

Los analistas del laboratorio en el exterior no tienen como saber que una persona local ha modificado la toma de aire así.

Presencia de elementos Metálicos

Se debe tener un mediano conocimiento de las fuentes de metales y su presencia en los análisis de lubricantes, esta tabla que es utilizada por la institución Noria, puede dar una referencia muy útil con ciertos conocimientos y variaciones:

Nota: Aluminio también viene con la tierra. Un valor normal sería unos 35% del valor del silicio si el silicio fuera solo de tierra. También ciertos aceites de motor vienen con sulfonato de sodio que eleva significadamente el nivel de sodio en el análisis, sin que sea contaminante.

Elemento	Sigla	Posible Fuente
Aluminio	Al	Pistones, Cojinetes, Bombas, Arandelas de presión
Antimonio	Sb	Cojinetes, Grasas
Bario	Ba	Aditivo inhibidor de herrumbre y oxidación, Grasas
Boro	B	Aditivo Anticorrosivo en Refrigerantes, Aditivo Antidesgaste y EP, Polvo/Tierra
Calcio	Ca	Aditivo Detergente/Dispersante, Grasas, Cemento
Cromo	Cr	Anillos de Pistones, Rodamientos
Cobre	Cu	Cojinetes, Aleaciones de Bronce/Latón, Bujes, Arandelas de Presión, Tubos enfriadores de aceite
Hierro	Fe	Ejes, Rodamientos, Cilindros, Engranajes, Pistones y Anillos
Plomo	Pb	Cojinetes
Litio	Li	Grasas
Magnesio	Mg	Aditivos Detergentes/Dispersantes, Engranajes Automotrices, Agua Salada
Molibdeno	Mo	Anillos de Pistón, Aditivos EP
Níquel	Ni	Cojinetes, Tren de Válvulas, Álabes de Turbinas
Fósforo	P	Aditivos Antioxidantes/Antidesgaste, EP
Potasio	K	Aditivo Refrigerante
Plata	Ag	Cojinetes, Pasador de Pistón
Silicio	Si	Polvo/Tierra, Aditivo Antiespumante
Sodio	Na	Aditivos del Refrigerante, Agua Salada
Estaño	Sn	Cojinetes, Jaula de Rodamientos, Soldaduras
Titanio	Ti	Aditivo Antidesgaste, Álabes de Turbinas
Cinc	Zn	Aditivo Antidesgaste/Antioxidante, Sellos de Neopreno

Fuente: www.noria.mx

Otras contaminaciones

También hay contaminaciones que no se destacan de los promedios de todos los aceites analizados que forman una base para comparaciones, como este ejemplo:

El reporte del laboratorio para este fluido de transmisiones automáticas (ATF) no dice nada sobre el contenido de Magnesio.

Pero mientras 17 ppm de magnesio no acabará con la transmisión, no es un ingrediente del aceite virgen. Esto indica que el personal del taller del dueño del equipo usó un recipiente contaminado por otro aceite. Esto es un hábito que puede quitar la vida de ciertos equipos. Claro que el magnesio podía haber entrado por contaminación de agua, pero esto también dejaría residuos extra de sodio, que en este caso no hay.

De hecho, mirando las cuatro muestras de este aceite en cuatro equipos diferentes de la misma empresa, encontramos magnesio en dos, y esos dos también tienen un aumento de zinc. Zinc normalmente es un aditivo antidesgaste en ciertos aceites, pero puede ser corrosión o desgaste en otros casos.

Esto indica que el personal no está entrenado en los procedimientos de relleno de los equipos. Aquí entra mantenimiento proactivo. Implementamos un programa de entrenamiento sobre la importancia de cuidar los aceites y no usar los mismos envases, medidores, o bombas para diferentes aceites.

UIN 0577BF7	
Transmisión	
N.º de Unidad	
Unidad:	
Fabricante:	
Modelo:	
N.º de Serie:	
Sitio:	
Compartimiento:	
Nombre:	Transmisión
Fabricante:	
Modelo:	
N.º de Serie:	
Capacidad:	
Cliente:	
DIAGNÓSTICO	
Niveles de desgaste aceptables para la primera muestra. Nivel de Silicio (polvo/tierra/sellos) normal. No se detecta una contaminación con agua. Por favor proporcione la información faltante de aceite.	
Acción: Retomar muestra durante el próximo periodo recomendado para monitorear y establecer tendencia de desgaste.	
Tiempo del Aceite	350
Marca de Aceite	
Tipo de Aceite	ATF
Grado del Aceite	
Aceite Agregado	
Filtro	Not Applicable
Cambio de Aceite	
N.º de Orden	
Metales (ppm)	
Hierro (Fe)	11
Crómo (Cr)	<1
Plomo (Pb)	<1
Cobre (Cu)	3
Estaño (Sn)	<1
Aluminio (Al)	2
Níquel (Ni)	<1
Plata (Ag)	<1
Titanio (Ti)	<1
Vanadio (V)	<1
Pruebas Físicas	
Viscosidad (cSt 100C)	6.3
sólidos	<0.1
Contaminantes (ppm)	
Silicio	3
Sodio (Na)	4
Potasio (K)	1
Aditivos (ppm)	
Magnesio (Mg)	17
Calcio (Ca)	93
Bario (Ba)	<1
Fósforo (P)	216
Zinc (Zn)	35
Molibdeno (Mo)	1
Boro (B)	78
Contaminantes	
Agua (%)	<0.05
Pruebas Físicas / Químicas	
Número de Ácido (mgKOH/g)	1.06
Oxidación (Abs)	N/A

Condiciones raras

También hay condiciones cuestionables, donde el aceite indicado no tiene nada que ver con la realidad.

Aquí tenemos una muestra que supuestamente es un aceite para reductores industriales.

El laboratorio reporta que el tipo de aceite parece diferente al tipo de aceite especificado. Por el tamaño de letras y por estar en el medio de los comentarios, esto puede ir inadvertido.

UIN 0577C2C	
Reductor	
N.º de Unidad	
Unidad:	
Fabricante:	
Modelo:	
N.º de Serie:	
Sitio:	
Compartimiento:	
Nombre:	Reductor
Fabricante:	
Modelo:	
N.º de Serie:	
Capacidad:	
Cliente:	
DIAGNÓSTICO	
Niveles de desgaste aceptables para la primera muestra. Nivel de Silicio (polvo/tierra/sellos) normal. No se detecta una contaminación con agua. Nota: Tipo de aceite (paquete te aditivo) parece diferente al tipo de aceite especificado. La viscosidad esta dentro del rango operacional.	

Tiempo del Aceite	4064
Marca de Aceite	
Tipo de Aceite	EP
Grado del Aceite	ISO 220
Aceite Agregado	
Filtro	Not Applicable
Cambio de Aceite	
N.º de Orden	
Metales (ppm)	
Hierro (Fe)	<1
Crómo (Cr)	<1
Plomo (Pb)	2
Cobre (Cu)	<1
Estaño (Sn)	<1
Aluminio (Al)	1
Níquel (Ni)	<1
Plata (Ag)	<1
Titanio (Ti)	<1
Vanadio (V)	<1
Pruebas Físicas	
Viscosidad (cSt 40C)	190.7
Sólidos	<0.1
Contaminantes (ppm)	
Silicio	9
Sodio (Na)	6
Potasio (K)	1
Aditivos (ppm)	
Magnesio (Mg)	1266
Calcio (Ca)	1444
Bario (Ba)	<1
Fósforo (P)	1323
Zinc (Zn)	1523
Molibdeno (Mo)	51
Boro (B)	<5
Contaminantes	
Agua (%)	<0.05

Pero esto indica un problema serio mantenimiento o toma de muestras. Si la empresa cree que está usando un aceite EP con azufre/fósforo de viscosidad ISO 220, pero actualmente tiene un aceite de motor diésel o TO-4 SAE 50, (viscosidad de un ISO 150 con otros aditivos) tiene un problema.

Por la cantidad de desgaste y condición del aceite, podemos pensar que tienen el aceite correcto para el equipo. Pero efectivamente no saben que aceite están usando. Esto vale destacar e investigar con los jefes de mantenimiento. En el [boletín 156](#) explicamos como tomar e identificar las muestras.

Conocimiento del equipo

El laboratorio trabaja con la información que recibe, las normas y los promedios. En este próximo caso, ven un contenido alto de plomo y comentan:

Tendencia de plomo severo. Desgastes de cojinetes/bujes. Revisar presión de aceite más bajo que lo normal. Revisar por temperatura operacional más alta de lo normal. Tomar nueva muestra después de realizar acción correctiva para continuar monitoreo.

Esos son comentarios correctos si asumimos que el auto anda en condiciones y combustible normal. No saben que el auto usa una mezcla de gasolina común y gasolina de aviación para obtener el octanaje requerido.

Tienen razón en identificar el problema de inyectores, pero asumen que el plomo viene de los cojinetes y por ende tendría una falta de presión de aceite (por lo que el reloj de presión de aceite mide la restricción entre la bomba de aceite y los cojinetes).

Resumen

El trabajo del laboratorio que analiza los aceites es, como el que analiza nuestros fluidos corporales, **una ciencia**. Usan equipos muy sofisticados y mantienen un programa de calibración muy estricto para obtener los valores y detalles de los aceites. Tienen valores condinatorios y promedios. Hacen comentarios basados en esas condiciones, y si vivimos en condiciones normales, trabajando bajo condiciones normales, para un programa de mantenimiento “normal”, los comentarios del laboratorio nos ayudarán a cambiar aceite cuando se requiera.

Pero si queremos un programa de mantenimiento proactivo que extienda la vida útil de los equipos, minimizando los costos y la frecuencia de las reparaciones, debemos implementar **el ARTE de análisis**, interpretando estos resultados dentro de nuestro mundo, con nuestros equipos y nuestro personal, llevándolos a la planta, el taller, o al campo para llegar a la causa raíz de los problemas e implementar las recomendaciones.

UIN 0577C21	
Motor de Gasolina	
N.º de Unidad BMW	
Unidad:	
Fabricante:	BMW
Modelo:	
N.º de Serie:	
Sitio:	
Compartimiento:	
Nombre:	Motor de Gasolina
Fabricante:	
Modelo:	
N.º de Serie:	
Capacidad:	
Cliente:	
DIAGNÓSTICO	
Tendencia de plomo severo. Desgastes de cojinetes/bujes. Todos los otros desgastes del motor son normales. Se detecta una leve dilución con combustible. Nivel de Silicio (polvo/tierra/sellos) normal. No se detecta una contaminación con agua. Viscosidad baja de lo normal.	
Acción: Revisar el sistema de inyección de combustible. Cambiar aceite y filtro(s) y evaluar las partículas del filtro como precaución. Revisar presión de aceite mas bajo que lo normal. Revisar por temperatura operacional más alta de lo normal. Tomar nueva muestra después de realizar acción correctiva para continuar monitoreo.	
Tiempo del Aceite	3000
Marca de Aceite	
Tipo de Aceite	
Grado del Aceite	SAE 5W40
Aceite Agregado	
Filtro	
Cambio de Aceite	
N.º de Orden	
Metales (ppm)	
Hierro (Fe)	23
Crómo (Cr)	2
Plomo (Pb)	2477
Cobre (Cu)	9
Estaño (Sn)	1
Aluminio (Al)	2
Níquel (Ni)	<1
Plata (Ag)	<1
Titanio (Ti)	<1
Vanadio (V)	<1
Pruebas Físicas	
Viscosidad (cSt 100C)	11.9
Combustible (%)	3
SAE Rating Determination	30
Contaminantes (ppm)	
Silicio	16
Sodio (Na)	4
Potasio (K)	5
Aditivos (ppm)	
Magnesio (Mg)	69
Calcio (Ca)	1871
Bario (Ba)	<1
Fósforo (P)	988
Zinc (Zn)	1165
Molibdeno (Mo)	177
Boro (B)	144
Contaminantes	
Agua (%)	<0.05
Refrigerante	No
Pruebas Físicas / Químicas	
Número de Base (mgKOH/g)	6.1
Oxidación (Abs)	N/A

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 estuviera interesada en recibir estos boletines, favor responder a info@widman.biz. Si no quiere recibir estos boletines mensualmente, puede escribir a info@widman.biz con “**remove**” 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 info@widman.biz no permitiendo que esta altere sus características ni su totalidad.