

La diferencia entre el Mínimo y el Máximo en Mantenimiento

Por Richard Widman

Cuando preparamos un plan de mantenimiento o comparamos nuestros resultados con las expectativas de las fábricas, encontramos mucho desacuerdo entre lo que es y lo que podría ser la vida útil o el desgaste ideal. En este boletín veremos diferentes maneras de interpretar las recomendaciones del fabricante o la agencia que certifica nuestro programa. De paso veremos que el “original” no es siempre el mejor.

Este es el Boletín #64 de nuestro programa de Boletines Informativos mensuales. Todos los boletines están disponibles en formato Acrobat pdf en www.widman.biz

El problema de interpretación

En mi afán de buscar la causa raíz de todo lo que acontece, encuentro interesantes los programas de televisión donde las agencias de seguridad investigan accidentes aéreos hasta encontrar la causa, sin aceptar excusas, posibilidades y probabilidades.

Muchas veces el análisis final concluye en que el mantenimiento fue hecho de acuerdo a los mínimos publicados, pero para reducir costos, no son de acuerdo a lo ideal. Entre varios procedimientos requeridos, notamos que las aerolíneas certificadas tienen que hacer inspecciones clasificadas como “A” antes de cumplir cada 60 horas de vuelo, tomando entre 3 y 10 horas de personal. El mantenimiento “B” tiene que ser cumplido entre 300 horas y 600 horas de vuelo y requiere mucho más tiempo. Esto incluye inspecciones, lubricación, etc. Las líneas más responsables prefieren gastar un poco más en mantenimiento y hacerlo más cerca de las 300 horas, mientras otros arriesgan a sus pasajeros con inspecciones cerca de las 600 horas. Cada parte del avión tiene su programa de mantenimiento para conservar su certificación.

Pienso que la diferencia entre 300 horas y 600 horas de vuelo es grande. Cuando analizaron la caída del avión de Alaska Airlines en California en el año 2000, encontraron que se había extendido el intervalo de engrase de 500 horas a 2500 horas de vuelo y la inspección del mecanismo de control de la cola de 5000 horas a casi 10000 horas. Existen procedimientos para hacer modificaciones en el plan de mantenimiento basadas en pruebas, análisis e inspecciones, pero siempre se aumenta el riesgo.

Los problemas en nuestros programas

Mientras nuestros programas de mantenimiento tal vez son menos críticos que el mantenimiento correcto de un avión de pasajeros, cada falla tiene consecuencias, costos de reparaciones, costos de reposición y pérdida de producción.

Motores de autos y equipo móvil

Cuando compramos un auto en nuestros países, a veces encontramos que el aceite recomendado es un API SJ. Esta es la calidad mínima que recomiendan, sabiendo que esto dará una vida útil satisfactoria para la mayoría de los compradores iniciales y pasará el periodo de garantía sin fundirse. Saben que un SL dará mejor comportamiento y vida útil (y lo recomiendan en otros países), pero publican el mínimo que se tiene que colocar para mantener la garantía. La pregunta que tenemos que hacernos es: “¿Quiero que el motor aguante sólo el período de garantía, o quiero que pase 500,000 kilómetros?” Cada uno de nosotros podemos tomar esta decisión con nuestros autos, y la gerencia de cada empresa debe decidir para su empresa.

También está indicado el máximo de kilómetros que deberíamos andar con ese aceite en el motor sin cambiarlo. Algunos equipos vienen con una tabla que indica cuantos kilómetros con una calidad de aceite y cuantos kilómetros con otra calidad de aceite. Otros indican horas o kilómetros máximos si no se verifica algo mayor por análisis de aceite usado.

Esta tabla, publicada por Deutz unos años atrás muestra cuantas horas o kilómetros máximos se debe operar con dos calidades de aceites en diferentes condiciones. API CH-4 era la máxima clasificación a la fecha de publicación de esta comparación con la calidad mínima API CF-4 (ahora obsoleta).

Modelo de Motor	Con Turbo CF-4	Con Turbo CH-4	Sin Turbo CH-4
1011/2011 Servicio Normal	250 Horas	500 Horas	1000 Horas
1011/2011 Servicio Severo	125 Horas	250 Horas	500 Horas
1011/2011 Servicio Liviano	15.000 Kilómetros	30.000 Kilómetros	60.000 Kilómetros
1011/2011 Servicio Normal	10.000 Kilómetros	20.000 Kilómetros	40.000 Kilómetros
1011/2011 Servicio Severo	5.000 Kilómetros	10.000 Kilómetros	20.000 Kilómetros

Los ingenieros de Caterpillar® publican lo siguiente:

any type of oil. Oil change intervals for Caterpillar engines can only be adjusted after an oil analysis program that contains the following data: oil condition and wear metal analysis (Caterpillar's S-O-S Oil Analysis), trend analysis, fuel consumption, and oil consumption.	“Intervalos para cambios de aceite en motores Caterpillar solamente pueden ser ajustados después de un programa de análisis de aceite que contiene lo siguiente: condición de aceite y análisis de desgaste y metales, análisis de tendencias, consumo de combustible y consumo de aceite.
---	--

Filtración del aceite de motor

Los fabricantes de motores calculan cuanto de desgaste puede tolerar el motor en los años de garantía para determinar el filtro de aceite que pueden colocar en el motor del vehículo. Uno de los modelos más populares es el conocido “PH8 A”. Este filtro es utilizado en más de 2900 motores. Aquí mostramos 11 de estos filtros de diferentes marcas, todos supuestamente iguales que se vende en el mercado boliviano.





Todos estos supuestamente son equivalentes a los números originales de Ford®, Fiat®, Dodge®, Chrysler®, CAT®, Case®, etc. Los detalles y las fotos, además de algunos comentarios están en nuestra página Web donde están los que cortamos unos años atrás. Estaremos aumentando otros de este tamaño en cuanto encontremos.

Mientras la apariencia no es la característica más importante del filtro, podemos ver claramente que existe mucha variación entre estos 11 que compré para este boletín. Algunos tienen válvulas de alivio de presión atascadas de fábrica, otros tienen válvulas de retención tan débiles que no hay manera de sellar y mantener el aceite en el motor, causando una operación en seco por varios segundos cada vez que se prende el motor. El Fram® es casi todo de papel y cartón, mal ensamblado, evitando el sellado. En uno de estos filtros, la válvula de retención no podía sellar nunca contra los agujeros de entrada de aceite por unas pestañas metálicas en ellos utilizadas para asegurar la base. No tengo el equipo para comparar su eficiencia, pero la variación en grosor y tipo de papel indica que no se comportará igual. Todas las válvulas de alivio de presión de este modelo



deberían abrir entre 8 y 11 psi, pero algunos necesitaban 7 veces más presión en mi prueba. Si la válvula no abre cuando el aceite es muy espeso (por el frío y/o la viscosidad) el motor andará en seco hasta romper el papel o colapsar el tubo central del filtro.

En otro boletín estaremos mostrando algunos de estos filtros después de su servicio en motores, buscando las fallas, colapsos, roturas, etc.

Para este tema queremos destacar que los buenos filtros (como Donaldson® y probablemente otros 2 o 3 de este grupo) **actualmente cumplen** con las normas de filtración de estas marcas de motores. Pero además de cumplir, **existen opciones mejores** para la gente que quiere aceite más limpio circulando en sus motores para reducir el desgaste. En el caso de

Donaldson® (donde tenemos los datos) el P550008 excede lo que piden los fabricantes de estos motores, eliminando básicamente todas de las partículas de 20 micrones o mayor (además de la mayoría de las más pequeñas), y el P169071 de Donaldson® que parece igual de afuera (con excepción del color), pero el cartucho interior está construido de material filtrante sintético muy fino para reducir el tamaño de las partículas que circulan en el aceite a 7 micrones y tiene una capacidad mucho mayor.

Cuando compramos tenemos que decidir si queremos un filtro:

- Barato, que no cumple con ninguna norma ni protege el motor.
- Bueno, que protege como pide el fabricante.
- “Original”, que cumple pero nada más.
- Superior a lo que pide el fabricante del motor como mínimo.
- Súper superior de mayor capacidad y eficiencia.

El precio (aquí) del filtro más barato de estos 11 es \$4.30 US. El más caro (Toyota®, hecho por Denso®) es \$7.15 US. El mejor (Donaldson®) cuesta \$5.70.

Si cambiamos aceite tres veces al año, subir la protección del mínimo al máximo nos cuesta menos de un centavo al día. **Note que el más caro no es el mejor.**

Para entender lo que pide uno de los fabricantes vemos que el filtro de este tamaño (15600-41010) que utiliza Toyota en varios vehículos es fabricado por Denso (un subsidiario de Toyota). No conocemos las especificaciones técnicas de Toyota, pero el uso de este filtro por ellos quiere decir que **cumple con el mínimo requerido por Toyota**. Este filtro tiene 1064 cm² de área filtrante y una válvula de alivio



de presión con sólo 78 mm² de área para desviar el aceite en caso de necesidad. Comparamos esto con el Donaldson P550008 que tiene 2100 cm² de material filtrante y una válvula de alivio de presión de 154 mm². La diferencia entre mínimo y máximo es notable.

También podemos notar diferencias entre el papel que atrapa las partículas, tomando en cuenta que mientras cumple con el flujo, papel más grueso atraparé más contaminantes de menor dimensión. El de la izquierda es el mínimo que acepta Toyota. El de la derecha es mucho más grueso para absorber más contaminantes que el mínimo.

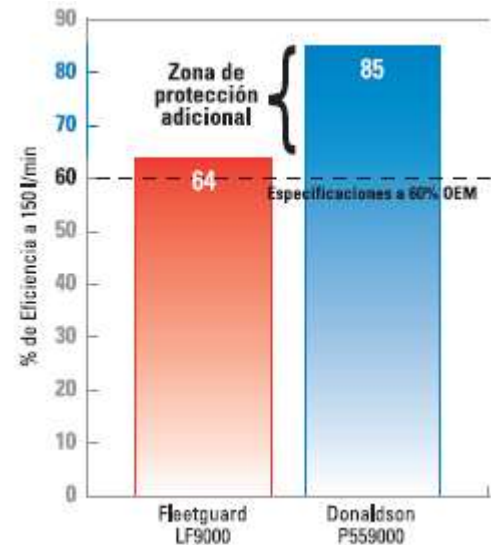


Si sólo queremos el mínimo, podemos comprar el “**original**”, pagando 25% más que el mejor del grupo.

Especificaciones técnicas

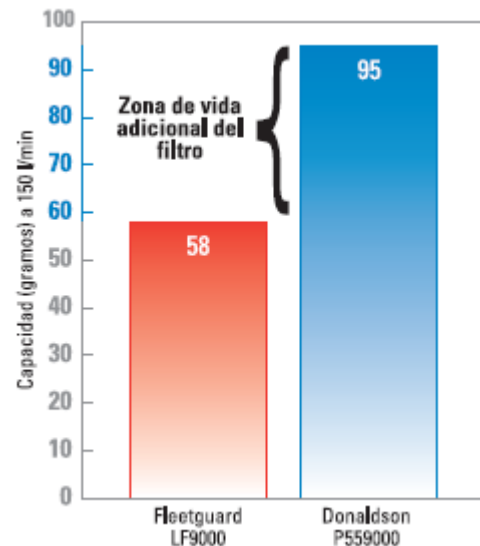
La calidad de aire que entra al motor para combustión es sumamente importante. La tierra que entra al motor, después de lijar los cilindros, entra en circulación con el aceite para ser eliminada por el filtro de aceite o continuar lijando mientras circula. La calidad del filtro de aceite es crítica para eliminar esta tierra y los productos de combustión.

Vemos como ejemplo una norma de Cummins para ciertos motores donde especifican un filtro de aceite que retiene un mínimo de 60% de las partículas de 10 micrones y mayores. Para este motor, ellos colocan un filtro donde se combina un cartucho de filtración normal y un filtro bypass (de placas) en la misma carcasa, incorporando una válvula que mezcla ambos flujos antes de volver al motor. Esta combinación elimina **64%** de las partículas de 10 micrones y mayores con un flujo de 150 litros por minuto, garantizando el cumplimiento de su norma mínima de 60%. La tecnología de filtros bypass ha funcionado por años. El único problema es que las placas del bypass ocupan espacio que podría ser utilizado para una mayor capacidad.



Pero también existe tecnología moderna, donde se utiliza un material sintético de bajo micronaje sin placas de bypass. Este sistema filtra 100% del aceite por el medio filtrante sintético logrando eliminar **85%** de las partículas de 10 micrones y mayores cuando el aceite circula a 150 litros por minuto. Este sistema no requiere válvulas especiales para volver a juntar el flujo de aceite del sistema anterior, dejando menos restricciones en la salida del filtro.

Además de eliminar un porcentaje mayor de los contaminantes, en el lugar donde estarían las placas para el bypass y la válvula venturi, el filtro sintético tiene una capacidad mayor. A este flujo, este filtro sintético tiene una capacidad de 95 gramos de partículas en lugar de los 58 gramos del otro filtro.



Tenemos que acordarnos que **el objetivo es filtrar el aceite**, dejándolo tan limpio como se pueda. **La especificación del fabricante es el nivel de limpieza, no la construcción del filtro.**

En las próximas fotos podemos ver la diferencia en la construcción de los dos filtros, el sistema bypass y otras diferencias.



Limites

CAT® publica una tabla condenatoria para los aceites donde indica que el aceite contaminado por 100 ppm de hierro (entre varias características) debe ser cambiado. Este límite tal vez lleva el motor a una vida útil “normal” pero no lo lleva a una vida útil rentable. Otra vez **tenemos que interpretar lo que dice el fabricante para optimizar nuestro plan de mantenimiento proactivo.** Aquí tenemos una muestra de aceite (Grupo II) en un motor CAT® 3512 donde solamente tiene 13 ppm de hierro en 1000 horas de operación. Obviamente podemos extender el intervalo entre cambios, pero tampoco es necesario dejar esas partículas hasta que se acumulen a 100 ppm. También podemos considerar una mejora en filtración para extender los intervalos con menos desgaste.

Company: WIDMAN INTERNATIONAL SRL CARRETERA AL NORTE KM 6 SANTA CRUZ BOLIVIA			Comp. Descr.: ENGINE Make: CAT Model: 3512			Fuel Type: Diesel Oil Brand: CHEVRON Oil Type: DELO 400			Lab: 3319 WEST EARLL DRIVE PHOENIX, AZ 85017 (800)445-7930, FAX(602)252-4039											
Customer No: 20			Equip. Make:			Fluid Grade: 15W40			End Use											
Unit No: 242082754			Equip. Model:			Ser.No:			End Loc:											
			WEAR METALS (ppm)								ADDITIVES									
			IRON	CHROMIUM	LEAD	COPPER	TIN	ALUMINUM	NICKEL	SILVER	TITANIUM	VANADIUM	SODIUM	MAGNESIUM	CALCIUM	BARIUM	PHOSPHORUS	ZINC	MOLYBDENUM	BORON
Lab No	Date Taken	Time on Oil																		
Condition Tested on Unit																				
45322	12/31/04	1039	13	1	2	3	0	1	0	0	0	0	0	10	2927	0	1147	1316	0	0
Normal	03/10/05	27832																		
119132	05/04/04	1060	22	1	1	8	0	2	0	0	0	0	4	20	3356	0	1201	1491	0	0
Normal	06/10/04	23854																		
Lab No	CONTAMINATION								PHYSICAL PROPERTIES											
	Aluminum	Silicon	Sodium	Potassium	Water	Coolant	Fuel *	Solids/Soot	Visc100	Visc40	TBN									
45322	1	4	0	0	0	NEG	<1	0.2	12.84	N/A	6.8									
119132	2	1	4	0	0	NEG	<1	0.2	13.30	N/A	5.4									

Aquí tenemos una oruga CAT® donde el programa de mantenimiento que incluye un buen aceite y un buen filtro recién llega a 5 ppm de hierro a las 400 horas de operación. El aceite demuestra que podría ir mucho más tiempo, tal vez el doble – pero con análisis para documentarlo - y una confianza en el cumplimiento del programa de mantenimiento por todos los mecánicos y operarios de ese campamento.

Company: B D S			Comp. Descr.: DIESEL ENGINE			Fuel Type: Diesel			Lab: 3319 WEST EARLL DRIVE PHOENIX, AZ 85017 (800)445-7930, FAX(602)252-4039														
			Make: CAT			Oil Brand: AMERICAN PET CO																	
			Model: 563			Oil Type: SUPREME																	
Customer No: 20418973			Equip. Make:			Fluid Grade: 15W40			End User:VILLAMONTES														
Unit No: B37T01			Equip. Model:			Ser.No:			End Loc: CC-16-17														
			WEAR METALS (ppm)										ADDITIVES										
			IRON	CHROMIUM	LEAD	COPPER	TIN	ALUMINUM	NICKEL	SILVER	TITANIUM	VANADIUM	SODIUM	MAGNESIUM	CALCIUM	BARIUM	PHOSPHORUS	ZINC	MOLYBDENUM	BORON			
Lab No	Date Taken	Time on Oil	109986	05/01/07	391	5	0	1	4	0	2	0	0	0	0	0	8	2433	0	1121	1278	2	2
Condition Tested on Unit			Normal	06/12/07	1781																		
207717	09/07/05	360	2	0	0	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	12	2889	0	1322	1804	183	84
Normal			10/04/05	561																			
Lab No	CONTAMINATION								PHYSICAL PROPERTIES														
	Aluminum	Silicon	Sodium	Potassium	Water	Coolant	Fuel *	Solids/Soot	Visc100	Visc40	TBN												
109986	2	10	0	0	0	NO	<1	0.7	13.60	N/A	7.2												
207717	2	4	0	0	0	NEG	<1	0.5	14.16	N/A	8.4												

Entonces determinamos que 100 ppm es un límite final. No es un límite para un plan de mantenimiento proactivo. Cuando analizo aceites en motores CAT®, paso una alerta al cliente cuando el nivel de hierro sobrepasa 20 ppm u otro límite que esa empresa quiere para su plan. No digo “normal” cuando tiene 50 ppm. Y es lo mismo con las otras características. Lo mejor es comparar los resultados actuales con los mejores ejemplos, no con los límites condenatorios.

Embragues y Frenos mojados

Cada fabricante de tractores agrícolas y equipo pesado tiene su banco de pruebas y especificaciones de máximo desgaste permitido cuando alguien quiere comprobar la calidad de su aceite para la aprobación o cumplimiento de sus normas para el uso en su transmisión o mando final con frenos húmedos.

Para este procedimiento se llena el aceite en el equipo, arranca el robot de operación y después de cerca a 20,000 o 25,000 ciclos (depende del fabricante y su prueba) se desarma la transmisión o mando final para medir el desgaste.

Un aceite que permitió más desgaste que su “padrón” no cumple. Un aceite que permite el mismo desgaste que su aceite “padrón” cumple. También hay aceites que permiten menos desgaste, como el “American Universal Tractor Hydraulic Fluid” que permite 77% menos desgaste de embragues que el “padrón” Massey-Fergusson o el American TO-4 Power Fluid que permite 60% menos desgaste que el “padrón” de CAT®.

Resumen

La ley de Murphy nos enseña "**Si algo puede salir mal, saldrá mal**". Nuestro plan de mantenimiento debería contemplar esa ley. No requiere ningún fiscal para hacerla cumplir. Hay que considerar las consecuencias de lo que hacemos en nuestro mantenimiento sabiendo que el aceite puede contaminarse por:

- Roturas de ductos y filtros.
- Hollín por mala combustión, causado por temperaturas, cambio de altura sobre el nivel del mar, combustible malo, fallas del sistema de inyección, etc.
- Gases de combustión que pasan por los anillos.
- Fallas en el sistema de refrigeración.
- Errores de mantenimiento.
- Descuido en el llenado o la medición.

Si decidimos cumplir con el mínimo necesario para mantener el equipo, cuando actúa la ley de Murphy ya no hay un colchón de seguridad. La extensión del intervalo entre tareas de mantenimiento de la línea aérea costo muchas vidas y dinero.

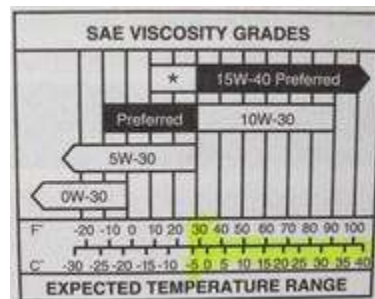
Si usamos **un aceite** que apenas cumple con el mínimo, estamos a la merced de Murphy **para cumplir** con el trabajo y **no aprovechamos la vida útil máxima posible** con ese motor, transmisión, embrague o freno húmedo, o equipo.

Si usamos **un filtro** de aceite que no cumple con el mínimo, no podemos esperar una vida útil normal del equipo. Si el filtro apenas cumple con el mínimo, estamos a la merced de Murphy **para cumplir** con el trabajo y **no aprovechamos la vida útil máxima posible** con ese motor o equipo. Si compramos el filtro que sobrepasa las normas mínimas del fabricante, tendremos mayor rentabilidad del equipo.

Tenemos que ver qué recomienda la fábrica y ¿por qué? Como el caso del filtro de Cummins. Su requerimiento es un filtro que elimina más de 60% de las partículas de $\geq 10 \mu$. No especifica que tecnología tiene que ser aplicada para lograr este objetivo. Esa decisión queda con el usuario: 64% con un sistema bypass o 85% con un filtro sintético. Si decidimos comprar un filtro inferior, aunque escogemos uno que cumple con las normas del fabricante del motor, también tendremos una vida inferior a lo posible.

Límites absolutos

Al leer las recomendaciones de fábrica, tenemos que ver cuales son mínimos y cuales son absolutos. Este ejemplo de aceite recomendado por Ford para el motor Navistar (Powerstroke) diesel de 6.2 litros con turbo no deja mucho para interpretar. Dice que cuando la temperatura mínima anticipada es -5°C o más, la viscosidad preferida es SAE 15W-40. Cuando se anticipa temperaturas menos que eso, la viscosidad “preferida” es SAE 10W-30.



El termino “original”

Queda claro al ver estas situaciones que “**original**” no quiere decir “**mejor**”. Sólo quiere decir que **cumple con el mínimo**. Cada persona y empresa debería decidir si les interesa el mínimo o el máximo de vida útil de su equipo y comprar insumos y repuestos que darán esos resultados.

Entonces, la próxima vez que alguien le pida el “original” pregúntele por qué no quiere algo mejor que eso.

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 scz@widman.biz Si no quiere recibir estos boletines mensualmente, puede escribir a 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.