

La Vida Útil del Motor de su Auto, Camioneta, Camión u otro Motor de Combustión Interna – Contaminación

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

La vida útil del motor en Bolivia típicamente varía entre un año y cuatro años (50,000 a 100,000 kilómetros) para los autos y camiones, mientras en equipo pesado encontramos reparaciones entre las 8,000 a 12,000 horas de servicio. Estos números son alarmantes para los que conocen el mantenimiento proactivo y preventivo. Sabemos que el motor del auto a gasolina debería dar un mínimo de 400,000 kilómetros de servicio y el motor de equipo pesado esta diseñado para proveer 18,000 horas de trabajo sin reparaciones generales. Cuando comparamos estos resultados con los de las empresas más exitosas, encontramos que el motor del auto podría proveer más de 600,000 kilómetros y el motor del equipo pesado entre 24,000 y 28,000 horas.

La pregunta clave entonces es: “¿Que hacen en estas empresas exitosas para obtener estos resultados aquí en Bolivia en las mismas condiciones operacionales que las empresas donde se repara el equipo frecuentemente?”

Esta es el primero de una serie de boletines donde revelaremos los secretos de la vida larga para los equipos automotrices e industriales. En este boletín hablaremos de la contaminación por el medio ambiente, los hábitos tradicionales, y los problemas causados en el motor. Después veremos los efectos de contaminación en otros sistemas y otros cuidados de los motores. Todos estarán disponibles en nuestra página Web: www.widman.biz

Tierra

El problema principal para la vida útil es la contaminación por tierra. Por cada litro de combustible que consume el motor, hay que filtrar y consumir 15 litros de aire. Este aire tiene que ser libre de tierra, arenilla y polvo. Para filtrar el aire se requiere un filtro bien tupido con la máxima restricción posible sin reducir el flujo de aire al punto de reducir la fuerza del motor. Cada día que el filtro está en el auto va mejorando su habilidad de filtrar el aire hasta que llega al punto de restringir el flujo del mismo. El filtro que mostramos aquí ya pasó de su vida útil. Actualmente esta filtrando muy bien, pero reduce la fuerza del motor (falta ingreso de oxígeno).





Tradicionalmente nuestros mecánicos han sido entrenados a soplar los filtros de aire con la manguera que utilizan para inflar las llantas, normalmente calibrada a 120 psi (8 bar). Esta limpieza hace volar la tierra pero abre los poros del papel, dejando pasar tierra. Es importante tomar en cuenta que cualquier partícula de tierra que entra al motor actuará como lija y lijará las camisas o el bloque, el árbol de levas, los cojinetes, etc. Podemos ver esta contaminación y su desgaste cuando mandamos el aceite al laboratorio para un análisis completo.

En Figura 1 podemos ver los resultados de un análisis de aceite de un motor Toyota Hi-Lux 4x4 que tiene el filtro de aire original de fábrica. El filtro tiene casi 18,000 kilómetros de servicio, viajando por todos los caminos de Bolivia desde los campos de las zonas norte y este de Santa Cruz, la ruta de Potosí-Tarija, y los desvíos entre Camiri y Abapó. El aceite tiene 6608 kilómetros.

Figura 1

| | | | 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 | Titanium | Vanadium | Potassium | |
| Condition | Tested | Time on Unit | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8699 | 06-JAN-04 | 6608 | 10 | 1 | 2 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 13 | 1 | 0 | 15 | 3255 | 0 | 1223 | 1305 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Normal | 12-JAN-04 | 17758 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| LabNo | Physical Properties | | | | | | Additional Tests | |
|-------|---------------------|--------|---------|-------|-------------|--------|------------------|-----|
| | Fuel | Visc40 | Visc100 | Water | Soot/Solids | Glycol | SAE | TBN |
| 8699 | <1 | N/A | 13.79 | 0 | 0.4 | NEG | 40 | 7.6 |

Podemos observar que durante estos últimos 6608 kilómetros el filtro solamente dejó entrar 13 ppm de tierra (silicon). El desgaste total para este periodo fue 10 ppm de hierro (bloque, árbol de levas, etc.) y 2 ppm de plomo (cojinetes). Cuando el desgaste del motor es tan bajo como este ejemplo, el motor tendrá una vida mas allá de los 500,000 kilómetros.

En el próximo ejemplo (Figura 2) tenemos otra camioneta Toyota Hi-Lux donde el chofer o sus mecánicos creen en el viejo mito de soplar el filtro de aire para dejarlo limpio. Podemos ver en el primer análisis a los 88,853 kilómetros de la movilidad con un aceite utilizado durante 10,000 kilómetros, había en el aceite 49 ppm de tierra y el desgaste ya estaba aumentando: 55 de hierro. En su segundo análisis, con un poco mas de 10,000 kilómetros en el aceite, encontramos 50 ppm de tierra pasado por el filtro de aire con el resultante 83 ppm de hierro del bloque, árbol de levas, etc. y 14 ppm de cromo. Este motor tiene 8 veces el desgaste que la otra camioneta, acabando con su vida muy temprano. Si podíamos haber esperado 500,000



kilómetros de vida en la primera camioneta, de este motor podemos esperar un servicio de 60,000 kilómetros.

Figura 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 |
| 8698 | 15-DEC-03 | 10000 | 83 | 14 | 2 | 4 | 0 | 29 | 0 | 0 | 50 | 0 | 0 | 26 | 3025 | 0 | 1008 | 1052 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Abnormal | 12-JAN-04 | 99603 | A | A | | | | A | | | A | | | | | | | | | | | |
| 224557 | 18-SEP-03 | 10000 | 55 | 8 | 4 | 4 | 0 | 18 | 0 | 0 | 49 | 7 | 58 | 222 | 2527 | 0 | 1079 | 1194 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Abnormal | 17-OCT-03 | 88853 | | | | | | | | | A | | | | | | | | | | | |

| LabNo | Physical Properties | | | | | | Additional Tests | |
|--------|---------------------|--------|---------|-------|-----------------|--------|------------------|-----|
| | Fuel | Visc40 | Visc100 | Water | Soot/ Solids | Glycol | SAE | TBN |
| 8698 | <1 | N/A | 14.11 | 0 | 0.1 | NEG | 40 | 5.4 |
| 224557 | <1 | N/A | 13.71 | 0 | <0.1 | NEG | 40 | 7.2 |

Como si esto no fuera mucho, podemos ver otro ejemplo (Figura 3) donde el chofer tenía acceso diario al compresor de aire. También es una camioneta Toyota Hi-Lux utilizado 50% del tiempo en carretera y 50% en polvo de la zona Este de Santa Cruz. Aquí podemos ver que en 3,000 kilómetros, limpiando su filtro de aire frecuentemente, entraron 325 ppm de tierra, lijando 991 ppm de hierro del bloque y otras piezas de acero. En estos 3,000 kilómetros esta camioneta sufrió 32 veces mas desgaste que la primera camioneta en 6,600 kilómetros.

Figura 3

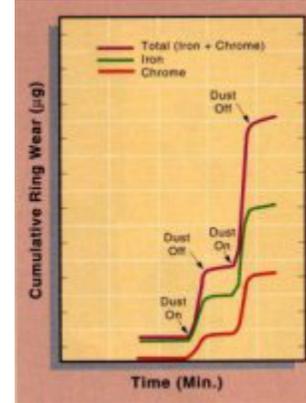
| | | | SPECTROCHEMICAL ANALYSIS (ppm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------|------|--------|-----|----------|--------|--------|---------|-------|--------|-----------|---------|--------|------------|------|------------|----------|----------|-----------|
| 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 |
| 241616 | 24-OCT-03 | 3000 | 991 | 72 | 3 | 21 | 0 | 159 | 7 | 0 | 325 | 119 | 19 | 52 | 2720 | 0 | 1103 | 1295 | 109 | 0 | 0 | 0 |
| Critical | 10-NOV-03 | | C | C | | | | C | | | C | | | | | | | | | | | |

| LabNo | Physical Properties | | | | | | Additional Tests | |
|--------|---------------------|--------|---------|-------|-----------------|--------|------------------|-----|
| | Fuel | Visc40 | Visc100 | Water | Soot/ Solids | Glycol | SAE | TBN |
| 241616 | <1 | N/A | 19.13 | 0 | 1.8 | NEG | 50 | 9.4 |

Un buen filtro es un filtro que retiene toda la tierra que entra con el aire. Entre mas abiertos sus poros, mas tierra entra.

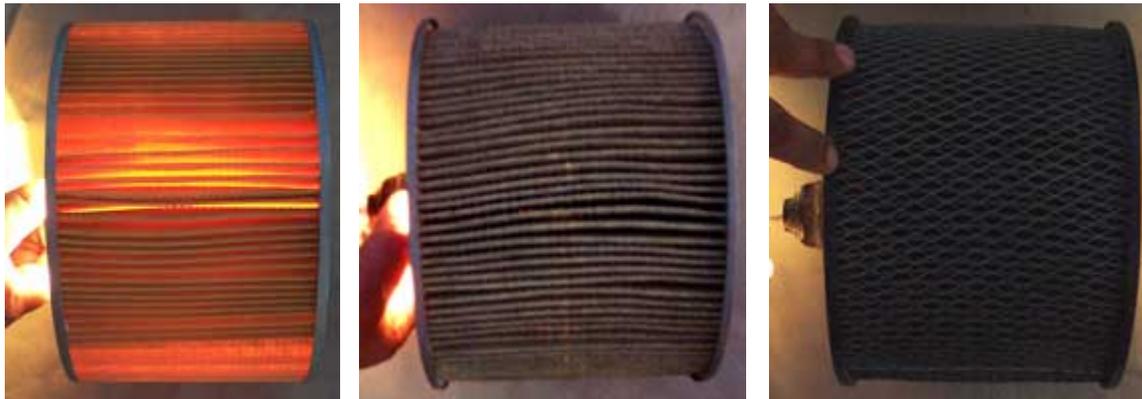
Es cierta que algunas fábricas de autos y de filtros recomiendan limpiar el filtro para remover el exceso de tierra acumulado. Esto se hace utilizando un máximo de 30 psi (2 bares) de presión, limpiando desde adentro hacia afuera. El procedimiento completo esta en esta página: www.widman.biz/Aplicaciones/Lipieza/lipieza.html

En esta grafica podemos ver un estudio hecho en Southwest Research Laboratory en los EE.UU. Este estudio demuestra el desgaste directo en un motor cuando se aumenta polvillo al motor por la entrada de aire. Cuando se introduce polvillo (“Dust On”) se ve el aumento directo de desgaste de hierro (verde) y cromo (rojo), cuando corta la entrada (“Dust Off”) continúa subiendo el desgaste por lo que ya esta en el aceite pero a un paso menor. Cuando se aumenta otra vez el polvillo, vuelve a aumentar el desgaste inmediatamente. Entre mas acumulación de polvillo haya en el aceite, mayor será el incremento de desgaste.



La línea horizontal al comienzo de la prueba es el desgaste normal cuando el filtro está funcionando. Si eliminamos la contaminación esta línea se mantendría horizontal para proveer la vida útil que demostramos arriba en el primer análisis de aceite.

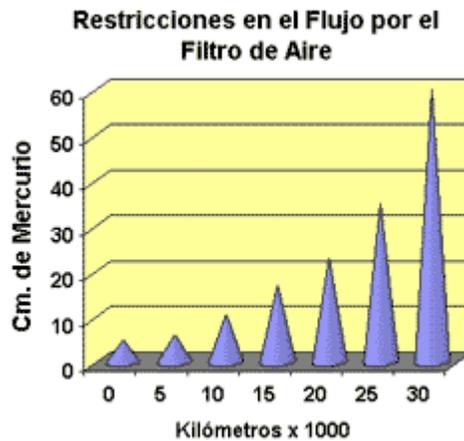
Si observamos tres filtros de aire iluminados por un foco de 100W para mostrar como funciona el filtro de aire podemos ver como trabaja. El primer filtro es nuevo, se ve la luz por todo el filtro. El segundo filtro ya esta casi bloqueado. Tiene 21,000 kilómetros de tierra (es el filtro de la camioneta de figura 1 arriba). El tercer filtro ya está entupido.



Aquí podemos ver los daños hechos a los filtros por soplar con mucha presión. El aire comprimido rompe el papel en el dobléz, dejando el papel abierto para que pase la tierra. También podemos ver áreas donde el tejido del papel está mas abierto, permitiendo pasar el polvillo. Estas áreas débiles o abiertas no son siempre visibles sin colocar un foco detrás para ver el daño.



El filtro de aire tiene la capacidad de almacenar mucha tierra antes de restringir el flujo al punto de reducir la potencia del motor. Durante los primeros 10,000 a 15,000 kilómetros de circulación normal en el país no hay restricciones significativas. Una vez que se satura el filtro con tierra, la restricción sube rápidamente. En ésta gráfica podemos ver esa tendencia. La tabla asume viajes normales con una mezcla de ciudad, asfalto y tierra en Bolivia. El filtro de un vehículo utilizado solamente sobre asfalto tendría mayor vida útil, mientras que el filtro de un vehículo utilizado solamente en el campo tendría menos vida útil.



Para los vehículos que pasan todo su tiempo en el campo recomendamos la adición de un sensor de vacío que indica cuando se debe limpiar o cambiar el filtro. Estos sensores son fáciles de instalar e indican cuanto la tierra acumulada restringe el filtro. Este sensor **NO** indicará un filtro dañado o soplado. El sensor puede ser colocado en el mismo filtro o en el tablero a la vista del conductor.



Si nos encontramos cambiando el filtro con demasiada frecuencia, es recomendable adaptar un filtro doble, manteniendo todos los sensores electrónicos que a veces se encuentra en el filtro original. Con estos filtros podemos soplar la tierra del filtro de papel (siempre con cuidado) sin afectar la efectividad del filtro interior. Cuando empieza a ensuciarse el filtro interior se cambia ambos filtros.



La tierra también ingresa al aceite por otros medios:

- La tierra entra al motor cuando el filtro no sella contra el portafiltros, por tamaño incorrecto o porque el original tenía sus sellos en el filtro pero el reemplazo es metálico, quedando metal contra metal.
- Muchas veces encontramos la empaquetadura del portafiltros mal colocada, dejando que la tierra entre por un lado.
- También entra por la manguera que conecta el portafiltros con el carburador o el múltiple. Estas mangueras se secan con el tiempo y con el exceso de lavado del motor con agua caliente.
- A veces entra tierra por la manguera de respiración. En algunos motores ésta manguera termina debajo del motor y succiona tierra de las llantas. En otros termina

en el portafiltros donde muchas veces ha sido retirado el “filtrito” de algodón o esponja que actúa como filtro del respiradero.

- También entra tierra al aceite antes de ser colocado en el motor. Varias estaciones de servicio tienen sus bombas de aceite donde se llenan de tierra, o bombean al recipiente medidor sucio y utilizan un embudo sucio para colocar el aceite en el motor.

La excusa del mecánico cuando se habla de contaminación es que el filtro de aceite eliminará la tierra al pasar por allí. Aunque esta explicación no cubre el desgaste directo cuando entra tierra con la mezcla de aire y combustible (que lija directamente en seco las paredes del cilindro), tampoco cubre todo de lo que entra al aceite, ya que los filtros de aceite no eliminan toda la tierra. Como máximo eliminan las partículas mayores de 10 micrones y en algunos casos solamente las mayores de 20 micrones.

Agua

El segundo contaminante que reduce la vida útil del motor es el agua. El daño causado al motor por el agua depende de varias condiciones operacionales.

El agua es un producto residual de la combustión. Si el motor está operando con su termostato la temperatura estará entre 80°C y 100°C. A esta temperatura el agua de combustión evaporará y no habrá daños. Si el motor no está con su termostato, o los viajes son tan cortos que el motor no llega a la temperatura normal, esta agua quedará en el aceite formando lodo y ácido sulfúrico H₂SO₄ (mezclándose con el azufre del combustible). También causará herrumbre en todas las piezas de hierro.

En este análisis (Figura 4) podemos ver la herrumbre causado por el ingreso de agua. Aunque el agua evaporaba del aceite cuando el motor estaba caliente, los residuos de potasio y sodio quedaron en el aceite como indicadores de la contaminación. Se ve claramente mas de 3 veces el hierro que la camioneta de figura 1 y un incremento significativo en la corrosión de plomo de los cojinetes. Esta entrada de agua puede ser por problema de empaquetadura de culata u otro problema mecánico.

Figura 4

| | | | 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 | Titanium | Vanadium | Potassium | |
| Condition | Tested | Time on Unit | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 218020 | 25-OCT-02 | 6557 | 35 | 3 | 11 | 2 | 1 | 18 | 0 | 0 | 13 | 3 | 51 | 18 | 2085 | 1 | 1215 | 1374 | 10 | 0 | 0 | 0 | 74 |
| Abnormal | 01-NOV-02 | 115085 | | | | | | | | | | | A | | | | | | | | | | A |
| 166435 | 20-AUG-02 | 6000 | 34 | 1 | 5 | 3 | 0 | 13 | 0 | 0 | 6 | 5 | 85 | 27 | 1739 | 0 | 884 | 972 | 3 | 0 | 0 | 0 | 186 |
| Abnormal | 23-AUG-02 | 108412 | | | | | | | | | | | A | | | | | | | | | | A |

| LabNo | Physical Properties | | | | | | Additional Tests | |
|--------|---------------------|--------|---------|-------|-------------|--------|------------------|-----|
| | Fuel | Visc40 | Visc100 | Water | Soot/Solids | Glycol | SAE | TBN |
| 218020 | <1 | N/A | 9.68 | 0 | <0.1 | NEG | 30 | 6.8 |
| 166435 | <1 | N/A | 9.43 | 0 | <0.1 | NEG | 30 | 4.2 |

El agua también entra a través del medio ambiente. Mucho del agua encontrada viene del lavado del motor a presión cuando no hay un buen sello entre la tapa de válvulas y la tapa para llenar el aceite, los sellos del tubo de respiración, el tubo de la barrilla de medición del aceite u otra pieza. Esta agua también puede evaporarse cuando

calienta el motor, pero al contrario del agua de combustión, ésta agua lleva sodio y otros minerales dañinos. El sodio es corrosivo en el motor.

El agua también llega al motor por el combustible. Cuando llega con el combustible normalmente viene de la condensación en el tanque de almacenamiento o el tanque del mismo auto por falta de una buena tapa. Esta agua es corrosiva y abrasiva para todo el sistema de combustible. Una vez que entra al motor se evapora si el motor está con su termostato.

El agua también es dañina cuando se repara el motor. La mayoría de los mecánicos lavan los bloques del motor con agua a alta presión y después los dejan secar al aire. Durante el periodo de secado y armado, se forma herrumbre por todo el bloque, muchas veces acabando con los aditivos anti-herrumbre del aceite colocado después de armar.

Combustible

El combustible viene contaminado con varios elementos. A veces con petróleo crudo, kerosén, u otro producto designado para aumentar la utilidad del distribuidor o surtidor. Cada uno de estos contaminantes tiene un efecto diferente. Algunos muy ácidos acaban rápidamente con el TBN del aceite. Otros, como el kerosén que puede venir en el diesel solamente reduce la potencia del motor.

La tierra que viene en el combustible es controlable. Primero deberíamos considerar que cada vez que se llena el tanque de almacenamiento del surtidor o nuestra empresa, la tierra del fondo del tanque es mezclada con el combustible nuevo. Lo peor que podemos hacer es esperar ser primero en recibir ese combustible nuevo, con la tierra en suspensión. Mejor es dejarla asentar en el fondo del tanque.

La compra de combustible de tambores, utilizando mangueras y bidones sucios aumenta nuestro problema de contaminación y se hará daño a la bomba de combustible, el filtro, la bomba de inyectores, los inyectores, y finalmente a los cilindros del motor.

Una vez que el combustible está en el auto o equipo, tenemos que evitar el paso de contaminantes al motor. Para esto necesitamos un buen filtro de combustible. El procedimiento de lavar estos filtros en gasolina para abrirlos, simplemente pasa la tierra de un lado al otro, dejando que pase al motor para lijarlo.

Aceite

El aceite del motor muchas veces se contamina con otros aceites. A veces esto viene de usar el mismo medidor o balde para otros aceites, pero muchas veces es por desconocimiento del personal que rellena o aumenta aceite. Aquí tenemos una muestra de un aceite SAE 20W-50 en equipo pesado que está diluido (o llenado completamente) por aceite de transmisión TO-4 SAE 50. La viscosidad es correcta, pero los aditivos no lo son para el motor. Esta muestra también está contaminada por tierra.

| | | | 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 | Titanium | Vanadium | Potassium |
| 41397 | 11-FEB-04 | 400 | 88 | 13 | 18 | 13 | 14 | 20 | 0 | 0 | 62 | 17 | 5 | 143 | 1132 | 0 | 784 | 783 | 7 | 0 | 0 | 0 |
| Abnormal | 24-FEB-04 | | | | | | | | | | A | | | | | | | | | | | |

| LabNo | Physical Properties | | | | | | Additional Tests | |
|-------|---------------------|--------|---------|-------|-------------|--------|------------------|-----|
| | Fuel | Visc40 | Visc100 | Water | Soot/Solids | Glycol | SAE | TBN |
| 41397 | <1 | N/A | 19.75 | 0 | 1.4 | NEG | 50 | 7.6 |

Resumen:

La inversión que tiene cada individuo o empresa en equipo o vehículos con motores de combustión interna es apreciable. Hoy en día esos motores están diseñados para proveer muchos años de servicio sin reparaciones generales. Para cumplir con nuestro deber de mantenerlos tenemos que evitar su destrucción por contaminantes, capacitando a nuestros mecánicos y cambiando su mentalidad tradicional que esta orientada al **mantenimiento correctivo** hacia una actitud de **mantenimiento proactivo**. Para tener éxito tenemos que proteger los motores con sus filtros, refrigerantes, termostatos sin modificarlos usando las costumbres antiguas.

La contaminación del aceite no es la única variable en la vida útil del motor que puede ser controlado por el dueño o mecánico. La calidad de aceite básico y sus aditivos también son ítems críticos para la durabilidad del motor. En otro boletín explicaremos los efectos del aceite.

Nota: para mas detalles sobre como leer análisis de aceite, recomendamos que consulte a la página: http://www.widman.biz/Analisis_de_Aceite/Interpretacion/interpretacion.html

Widman International SRL contribuye a la capacitación de los ingenieros y usuarios en Bolivia para mejorar su competitividad. Para mayores informaciones prácticas, viste 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.