

Formulaciones de aceite para llegar al precio solicitado

Por Richard Widman

Frecuentemente escuchamos el comentario que todos los aceites norteamericanos (o de cualquier país o fabricante) son básicamente iguales, solo varían los precios por marketing o pequeñas diferencias. Este mes, gracias al interés de un cliente, veremos en detalle lo que son esas diferencias.

Este es el Boletín #216, publicado el 1 de enero 2022, de nuestro programa de Boletines Informativos mensuales. Todos los boletines están disponibles en formato pdf en <https://www.widman.biz>

Lo básico

Para empezar, debemos considerar los cuatro conceptos básicos de lubricación:

- **Lubricación Hidrodinámica:** Cuando la película de aceite forma un “colchón” de aceite que mantiene una separación entre piezas bastante gruesa para evitar contacto entre sus superficies. Aquí se evidencia que la viscosidad es el aspecto más importante del lubricante. El grosor de la película de aceite es determinado por la viscosidad. La fuerza de la película del aceite es determinada por la pureza del aceite básico en la formulación.
- **Lubricación Marginal (o Límite):** Cuando se desplaza el aceite de las superficies en contacto tanto que las partes ásperas de las superficies pueden hacer contacto directo, entonces se necesita algún aditivo para evitar el desgaste severo y lograr reducir la fricción. Esto es el momento que necesitamos los aditivos polares o químicos para formar una barrera que reduce la fricción y el daño a las piezas.
- **Lubricación Mixta:** Donde las piezas trabajan con algo de Lubricación Hidrodinámica y algo de Lubricación Marginal por falta de bastante velocidad o viscosidad para mantener su “colchón” completo. Esto ocurre cuando la película de aceite colapsa por baja calidad (típico en aceites grupo I).
- **Elastohidrodinámica:** El concepto de Lubricación Elastohidrodinámica es poco conocido. En términos simples, es cuando las superficies en contacto se deforman en forma elástica o sea que vuelven a su posición inicial y la película de lubricación atrapada entre las superficies provee una lubricación hidrodinámica microscópica. Aquí el espesor de la película lubricación puede ser $< 1\text{mm}$.

Un ejemplo de formulaciones

Es importante reconocer que buenos productos requieren buenos ingredientes. No se puede fabricar un buen destornillador de acero de mala calidad o dureza. No se puede fabricar un neumático para el auto que aguanta 50.000 km con cacho natural, directo del árbol. Buenos productos requieren procesos de afinación, purificación, modificación, aleación, o algo, para superar las demandas que imponemos.

Para los aceites, antes de hablar de las formulaciones que pueden usar para abaratar el costo, debemos entender un poco sobre los diferentes aceites básicos utilizados para fabricar o formular los aceites de motor. En el [boletín 33](#) explicamos esto en más detalle. En el [boletín 58](#) explicamos en más detalle el problema de cizallamiento en los aceites básicos grupo I. En el [boletín 135](#) vamos más allá con detalles sobre la estructura molecular de estos aceites básicos y como proteja más el aceite sintético.

Nota: Para los que no aprendieron la numeración romana, explicamos:

Clasificación de aceites básicos por American Petroleum Institute (API)

Grupo I	Grupo 1	Destilado, desparafinado por solventes
Grupo II	Grupo 2	Hidroprocesado
Grupo III	Grupo 3	Hidrocraqueado (más procesado y puro que grupo II)
Grupo IV	Grupo 4	PAO (sintético tradicional)
Grupo V	Grupo 5	Otros sintéticos (usados más como aditivos)

Extra oficialmente, existe grupo II+ (calidad entre II y III) y grupo III+ (producido por la conversión de gas natural a líquido). El API siempre utiliza números romanos.

El mercado – Aceite básico

En esta literatura nos abstenemos de colocar marcas, así nos concentramos en problemas generales y no específicamente de un aceite, sino, el lector en nuestro entender debe tener una idea general de la problemática que le ayude y acompañe constantemente en su análisis al momento de escoger la mejor opción para sus motores.

Para empezar este análisis, veremos los seis aceites para motor diésel de una empresa norteamericana que vende productos en nuestra zona. Los productos que ofrecen son vendidos por precio bajo, con el argumento que son buenos por ser norteamericanos, como aprovechando alguna “fama” que tiene el país del norte para decir que todas las calidades de allá son estándares. Como todo en la vida hay de todo y en todo lado, simplemente en ese país, como otros, hay empresas con una visión de mantenimiento proactivo y de relación con su cliente de largo plazo. Pero así también encontraremos los que solo verán el flujo de caja momentáneo sin detenerse a pensar en generar aplicaciones tecnológicas que logren una mejora de la calidad de vida de los motores y máquinas, y su impacto en costos.

De los seis aceites SAE 15W-40

que esa empresa fabrica para motores a diésel, uno supuestamente cumple con la antigua (obsoleta hace mucho tiempo) categoría CF, que fue vigente entre 1991 y 1993. Su ficha indica “*Estos aceites son fabricados para cumplir los requerimientos.....*” Y una lista de una página de especificaciones de diferentes marcas. Pocos saben que esas especificaciones son obsoletas. Cuando buscamos información sobre este producto en el internet, vemos que contiene 12% grupo II, 64% destilado de petróleo, y 10% residuo de petróleo.

Dangerous components:		No API: dicen CF
CAS: 64742-54-7 EINECS: 265-157-1 Index number: 649-467-00-8	Distillates (petroleum), hydrotreated heavy paraffinic substance with a Community workplace exposure limit Carc. Cat. 2	12%
CAS: 64742-65-0 EINECS: 265-169-7 Index number: 649-474-00-6	Distillates (petroleum), solvent-dewaxed heavy paraffinic Carc. Cat. 2	66%
CAS: 64742-01-4 EINECS: 265-101-6 Index number: 649-459-00-4	Residual oils (petroleum), solvent-refined Carc. Cat. 2	10%

El próximo en precio y calidad es CH-4. Recomendamos (por ellos) para motores turboalimentados. Tienen licencia para CH-4, un aceite que fue lanzado en el 1999, pero superado en el 2002 porque no protegía como la industria de motores requería. En este caso, buscando la información básica, encontramos que tiene la misma formulación de aceites básicos que el CF, pero más aditivos. Notamos en especial que solo contiene 12% de aceite básico grupo II.

Dangerous components:		CH-4
CAS: 64742-54-7 EINECS: 265-157-1 Index number: 649-467-00-8	Distillates (petroleum), hydrotreated heavy paraffinic substance with a Community workplace exposure limit Carc. Cat. 2	12%
CAS: 64742-65-0 EINECS: 265-169-7 Index number: 649-474-00-6	Distillates (petroleum), solvent-dewaxed heavy paraffinic Carc. Cat. 2	64%
CAS: 64742-01-4 EINECS: 265-101-6 Index number: 649-459-00-4	Residual oils (petroleum), solvent-refined Carc. Cat. 2	10%

El que sigue en precio supuestamente es grupo II, de acuerdo a sus vendedores que aparentemente no están capacitados, pero actualmente, de acuerdo a los documentos del fabricante, solo tiene 55% del aceite básico grupo II, con el saldo destilado de petróleo y desparafinado con solventes. No se sabe por qué no puede ser registrado en el API, o por qué no cumple.

Dangerous components:		No API dicen CI-4
CAS: 64742-54-7 EINECS: 265-157-1 Index number: 649-467-00-8	Distillates (petroleum), hydrotreated heavy paraffinic substance with a Community workplace exposure limit Carc. Cat. 2	55%
CAS: 64742-65-0 EINECS: 265-169-7 Index number: 649-474-00-6	Distillates (petroleum), solvent-dewaxed heavy paraffinic Carc. Cat. 2	36%

Después viene un 15W-40 que si, tiene registro y certificación por el API como CI-4. Es uno que comercializa en nuestros países por precio. Es decir, su estrategia es precio/volumen. Su personal dice que es grupo II, pero en los documentos del fabricante, vemos que **contiene solo 21 % grupo II**, con el saldo grupo I, destilado de petróleo y desparafinado por solventes. Mientras este aceite pasa las pruebas mínimas para la certificación, no pasaría unas horas extras, tampoco mejor protección, y no daría resultados en equipo más exigente que los equipos utilizados por las pruebas o con mantenimiento deficiente del motor, operación en altura, etc. Explicamos esos problemas en detalle en los boletines mencionados al comienzo.

Dangerous components:		CI-4
CAS: 64742-54-7 EINECS: 265-157-1 Index number: 649-467-00-8	Distillates (petroleum), hydrotreated heavy paraffinic substance with a Community workplace exposure limit Carc. Cat. 2	21%
CAS: 64742-65-0 EINECS: 265-169-7 Index number: 649-474-00-6	Distillates (petroleum), solvent-dewaxed heavy paraffinic Carc. Cat. 2	60%

La literatura del fabricante muestra que solo tiene un TBN de 10, donde la mayoría de los aceites CI-4 tienen 11 o más para combatir los combustibles de alto azufre (muy característico en nuestros países) y la falta de quema eficiente de los antiguos diseños de motores. Esto es por contener menos aditivos anti-ácidos. También vemos que indican que tiene un índice de viscosidad de 155, cuando un análisis de laboratorio indica 142. Esto no está mal para un 15W-40, pero no es lo que indica su ficha y la diferencia es significativa al momento de operación del motor. La muestra del aceite nuevo también contenía 3 ppm de estaño y 1 ppm de aluminio. Esto indica contaminación en algún lugar de la planta, o tambores sucios. En un programa de mantenimiento proactivo, en un análisis de aceite usado, hubiera indicado un problema (falso) con desgaste de cojinetes.

El próximo producto debe entrar en algunos mercados, y debe ser más caro. Tiene registro con el API como CI-4 plus. 50% del aceite básico es grupo II, con el saldo grupo I, destilado de petróleo y desparafinado por solventes. Encontramos interesante el hecho que el CI-4 plus tiene más aditivos para mayor tiempo de uso, pero el aceite básico grupo I reduce la vida útil, cizallando más rápido y oxidándose más.

Dangerous components:		CI-4 Plus
CAS: 64742-54-7 EINECS: 265-157-1 Index number: 649-467-00-8	Distillates (petroleum), hydrotreated heavy paraffinic substance with a Community workplace exposure limit Carc. Cat. 2	50%
CAS: 64742-65-0 EINECS: 265-169-7 Index number: 649-474-00-6	Distillates (petroleum), solvent-dewaxed heavy paraffinic Carc. Cat. 2	30%

Finalmente, ofrecen en ciertos mercados un aceite registrado API CK-4 (supuestamente de

última generación) para los motores con sistemas de limpieza del escape para cuidar el medio ambiente. Esto aplica a motores fabricados con las ultimas tecnologías a partir del 2017, y son utilizados en los que cumplieron con las normas internacionales entre el 2010 y el 2017 donde se usaba aceite CJ-4. De acuerdo a la documentación de esta fabrica, 77% del aceite básico es grupo II.

Dangerous components:		CK-4
CAS: 64742-54-7 EINECS: 265-157-1 Index number: 649-467-00-8	Distillates (petroleum), hydrotreated heavy paraffinic substance with a Community workplace exposure limit Carc. Cat. 2	77%

La pregunta de mucha gente es ¿por qué mezclan grupo I y II, o tal vez una parte del grupo III en su formulación? Esta decisión y la formulación se debe al deseo de ahorrar dinero con básico barato y todavía pasar ciertas limites de evaporación, pruebas de oxidación, o limitación de cizallamiento en la prueba de alta temperatura (HTHS), o en el tiempo. Si el aceite básico es pobre, se refuerza con la adición de uno de mejor calidad.

Recordemos que un aceite básico grupo I tiene un aproximado de entre 30% a 35% de aromáticos que hacen de este aceite el más débil para los fines de mejor estrategia de mantenimiento comparado con un aceite de grupo II que tiene un 90 a 99% de pureza (1 a 10% de aromáticos), estimamos que la lógica de esas marcas es encontrar un “promedio ponderado” que les permita hablar de su supuesta calidad y también les permita responder a los socios de su empresa económicamente. Entre más puro el aceite básico, mejor será su performance.

Por todo este análisis hemos considerado aceites básicos grupo II como si todos fueron iguales, pero la verdad es que hay una variación grande entre ellos. **Los más “económicos” pueden tener solo 90% pureza, mientras los mejores tienen 99% pureza.** Esta diferencia es grande en la formulación.

Los aditivos

Un aceite de motor contiene varios aditivos para mejorar ciertas características del aceite básico, proteger las piezas contra desgaste en lubricación mixta y limite, modificar la fricción para mejor consumo de combustible, etc.

Hay muchos productos y muchas formulaciones para lograr la protección requerida o deseada. Cuando buscamos la producción de productos “económicos”, tenemos dos opciones. Comprar por precio, o utilizar el mínimo posible para pasar las pruebas en las horas o minutos obligatorios. Al contrario, cuando buscamos aceite que dura el máximo posible con el mínimo de desgaste del motor, compramos por resultado de pruebas de laboratorio y campo. Negociamos el mejor precio, combinamos con una buena base, y producimos el mejor producto.

Es por esto que los vendedores de ciertas marcas dicen que el uso de un aceite CI-4 por 500 horas

Pruebas Físicas / Químicas

Número de Base (mgKOH/g)

1.3

no es factible en algunos países por la calidad de diésel. Pero en realidad, la verdad es que a las 200 horas el TBN (hoy BN) puede ser 2 o 3 como indicador en **su aceite**, o tal vez menos, pero no por ser CI-4, si no, por la calidad baja de **sus aditivos**. En este ejemplo mostramos el TBN (BN) del aceite de un país vecino a 250 horas. Mientras de buenos productos, como American Supreme, tenemos muchos reportes de laboratorio donde el TBN continua sobre 8 a las 500 horas. Aquí vemos seis muestras de aceite usado un tractor agrícola que varían entre 385 y 493 horas. (En el periodo que bajó a 7.5, tuvieron problemas de inyectores.)

Pruebas Físicas / Químicas

Número de Base (mgKOH/g)

13.2

9.9

7.5

9.1

12.5

11.2

Aditivos para modificar la viscosidad

También tiene aditivos, llamados polímeros, para subir el índice de viscosidad de manera temporal, aplanando la curva de viscosidad para facilitar su circulación en frío y mantener su viscosidad ideal a temperaturas operacionales (entre 90 y 100°C). Hay cuatro tipos de productos que pueden usar, y dentro de esos, diferentes características, calidades, y precios. Algunos son más propensos a cizallar con el tiempo, otros más propensos a cizallar en altas presiones, y otros más propensos a cizallar con el calor.

También hay polímeros resistentes al cizallamiento por acción de molienda en motores donde el punto es sincronizado por engranajes, y muchos no son resistentes, perdiendo su viscosidad temprano en estos motores. Aquí viene otro calculo de cuánto quieren que dura el aceite sin cizallar, y a que costo. Muchos de los productos vendidos por precio pierden viscosidad entre 100 y 200 horas. Pero la decisión del polímero a utilizar tiene que considerar la selección del aceite básico, ya que un aceite básico grupo I puede espesarse por oxidación, y si los polímeros no cizallan al ritmo que el aceite se espesa, se aumenta la viscosidad. Si cizalla más rápido, pierde viscosidad.

Además, la selección de estos aditivos debe considerar la afinidad del aceite básico a espesarse con la absorción de hollín, especialmente en motores a diésel, y con mayor importancia para operaciones en altura, minas cerradas (por la recirculación de aire contaminado en el ambiente), ya que los aceites básicos grupo I tiene alta espesamiento por absorción de hollín que los aceites de otras calidades. Esto ocurre por el alto contenido de moléculas no-saturadas en los aceites grupo I y su afinidad para absorber otras moléculas.

En esta foto tenemos un filtro de aceite lleno de aceite grupo I, saturado por hollín.

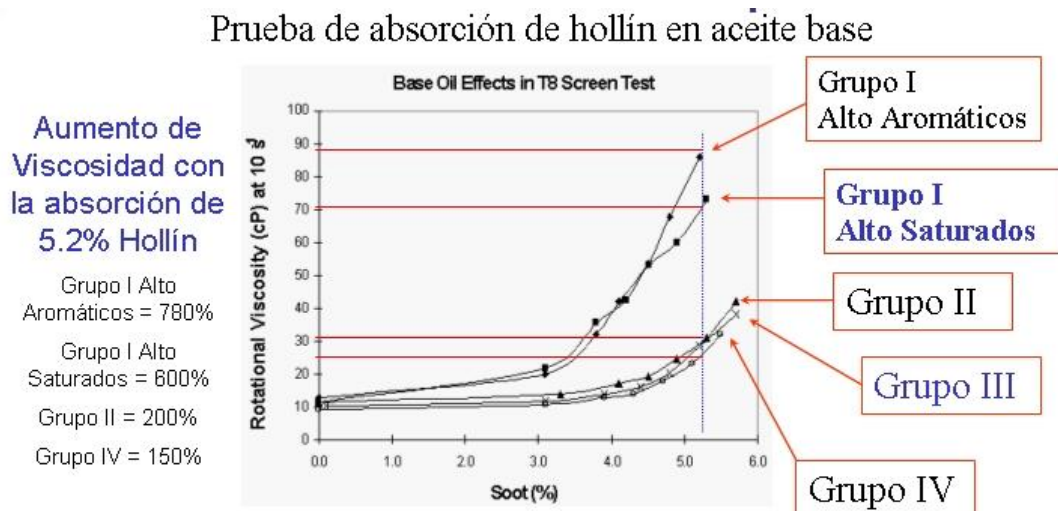


Es decir, encontramos que algunas marcas colocan

este tipo de químicos solo para cumplir específicamente las pruebas primeras para lograr tener el

“permiso” de colocar algún slogan en su etiqueta, pero a las primeras horas de uso ya no queda casi nada del mismo, en su aceite.

En el siguiente gráfico, podemos ver las diferentes clases de aceites básicos y su tendencia de absorber hollín y espesarse.



Mejor absorción de hollín – sin aditivos

Políticas empresariales

Hablamos de que marcas internacionales pueden adoptar estrategias de costos para sus aceites en el entendido que deben cumplir con lo justo y suficiente para sobrevivir en el mercado. Pero también hay otros factores, como:

- Justificar el funcionamiento de plantas que ya en este mundo son obsoletas, pero son activos que deben funcionar.
- Marcas que otorgan algunas licencias de fabricación a plantas en diferentes países pero que no llevan control de la estandarización de sus productos.
- Accesibilidad de aceites básicos y aditivos de buena calidad o no buena administración de su cadena de suministro.
- También podemos comentar que ciertas marcas aprovechan débil legislación de países donde no tienen conocimiento de la importancia de proteger sus motores y la cantidad de fuga de divisas que representa el hecho de importar repuestos por mantenimiento correctivo o cambio de motores destrozados por motores “semi nuevos”.
- Finalmente, que a estas marcas les sobra y tienen un stock muy grande que deben efectivizar en algún lado.

Resumen

Podemos ver con todo esto que es posible formular productos baratos, especialmente si no tienen que pasar pruebas del API. Pero aun con registro, puede ser que no pasan las pruebas reales de nuestro ambiente, uso, o equipo. O nuestros objetivos de mantenimiento.

Si buscamos un aceite para usar en altura, especialmente en motores a diésel, entre más aceite básico grupo II tenemos en la formulación, más aguantará el hollín generado en ese ambiente.

Si no nos importa pasar de 150 horas de trabajo antes del cambio de aceite, puede ser que un aceite barato le mantiene la lubricación durante ese periodo, pero un aceite 100% grupo II podría dar 3 veces más vida útil con mayor seguridad, sin costar 3 veces más, ahorrando dinero en aceite, filtros, y mano de obra.

Y si la formulación tiene polímeros o aceite básico que cizalla bajo alta presión, *¿cual es la protección de nuestros cojinetes o anillos, especialmente en ambientes sucios, o con personal que soplan filtros de aire (o los golpean) para “limpiarlos”, abriendo paso para la arena y el polvo del ambiente?*

Cuando una marca tiene varias calidades de aceite en el mercado, o en su planta, debemos preocuparnos con la pregunta **¿Por qué?** A veces hay que buscar más información en el internet sobre las ofertas y sus calidades. Y en el caso que exponemos, ver que los vendedores mienten sobre el aceite básico de su aceite.

Al final, llegamos a entender una de las preguntas contundentes que me hizo el cliente: ***“El representante de “X” y “Y” marca dijeron que, por la calidad del diésel, no se puede pasar de 250 horas entre cambios aquí.”*** Ahora vemos porque sus marcas no pasan de 250 horas.

Al final, es nuestro motor que queremos proteger. Si el aceite es barato, es por algo.

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: <https://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