

Las diferencias entre aceite mineral y aceite sintético

Por Richard Widman

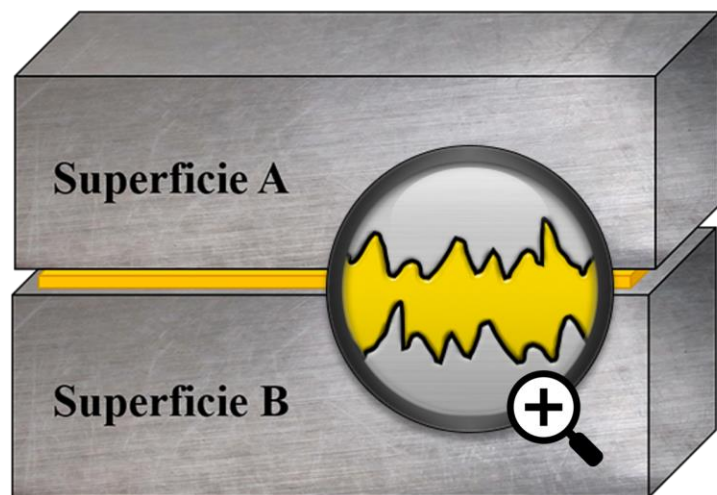
Hace unos días llegó una pregunta muy puntual sobre las diferencias entre aceites minerales y sintéticos, dirigido específicamente al problema de descifrar las fichas y hojas de seguridad para identificar la composición de productos específicos. Esta pregunta fue más allá de las preguntas que recibimos cada semana o se ve diariamente en los foros donde se discute las características y aplicaciones de aceites minerales vs sintéticos.

Este es el Boletín #135 de nuestro programa de Boletines Informativos mensuales. Todos los boletines están disponibles en formato Acrobat pdf en <http://www.widman.biz>

Lo básico

Antes de llegar muy lejos, hay que pensar en la manera que funciona el aceite que compramos para reducir fricción entre dos superficies.

Es fácil entender que una pieza de acero, colocada directamente sobre otra similar, requiere mayor fuerza para ser deslizada que una colocada sobre la otra con un lubricante en el medio. Ese lubricante puede ser solido como Teflón o un metal u otra substancia con un coeficiente de fricción menor; puede ser un gas, como el aire que separa un hidropiano del agua o la tierra; o puede ser un líquido como el agua, glicol o aceite.



Cuando hablamos de aceites lubricantes, consideramos el aceite básico como el líquido para la [lubricación hidrodinámica](#), y aditivos metálicos, semimetálicos u otras sustancias o compuestos para la [lubricación mixta y limite](#). La combinación de elementos específicos es lo que nos provee la lubricación que necesitamos. Si entendemos los conceptos detrás del funcionamiento de estos elementos podemos entender la diferencia entre productos posibles y como es que un aceite puede proteger más que otro.

Un aceite **perfecto** eliminaría toda la fricción, permitiría cero desgastes y trabajaría a cualquier temperatura por un tiempo indefinido sin cambiar sus características y protección.

El objetivo de este boletín es explicar las diferencias en términos básicos, que le interesa al usuario, sin entrar en los detalles de estructura de carbonos en términos técnicos

La clave

Un elemento clave en la efectividad de estos productos o “lubricantes” es que, en general, no dependemos del movimiento de estos componentes sobre la superficie, si no, *del movimiento interior de sus moléculas*. De hecho, queremos que se peguen a las superficies para evitar corrosión y estar disponible en cualquier momento.

La mejor manera de entender este concepto es pensar en un bloque de gelatina (ver foto). Cada uno de estos bloques de gelatina actúa como una molécula de aceite o una molécula de aditivo anti-desgaste. Si ponemos otra superficie sobre uno de estos bloques, y movemos esa superficie, la gelatina queda pegada en la bandeja y la superficie que colocamos, pero mueve en el medio. O sea, la estructura interior de la molécula es más homogénea y resbalosa que la adhesión a las superficies. La resistencia interna que ofrece depende de su formulación. Si forzamos mucho, tenemos cizallamiento – o sea, rotura de la estructura.



El objetivo de la tribología es reducir la resistencia entre esas dos superficies, encontrando moléculas de aceite que permitan mucho movimiento interior y cizallamiento controlado. En este ejemplo, una gelatina que se mueve más, sin romperse. Entre más resbalan sus átomos interiores, menos energía consumen.

Para empezar, debemos considerar lo básico de una formulación de aceite, cualquiera que sea, ya que hay muy pocas aplicaciones donde el aceite aplicado es puro, sin aditivos. Estas se limitan a ciertos sistemas de circulación o lubricación a pérdida donde no existe la necesidad de lubricación mixta o límite, ni vida larga o resistencia a altas temperaturas.

Entonces 99% o más de los aceites son formulados con un aceite básico más aditivos para combatir las presiones, temperaturas, contaminaciones, cargas, etc.

Los aceites básicos

El aceite básico es extraído o producido del petróleo de una forma u otra. El *American Petroleum Institute* (API por sus signos en inglés) clasifica los aceites básicos en 5 categorías, o “Grupos”, como se demuestra en esta tabla.

Categorías de Aceite Básico API						
	Categoría	Proceso	Azufre (%)		Moléculas Saturadas (%)	Índice de Viscosidad
Mineral	Grupo I	Refinado con Solventes	>0.03	y/o	<90	80 a 120
	Grupo II	Hidrotratado	<0.03	y	>90	80 a 120
	Grupo III	Hidrotratado	<0.03	y	>90	>120
Sintético	Grupo IV	PAO - Polialfaolefina				
	Grupo V	Todos los aceites básicos no incluidos en grupos I, II, III, o IV				

www.widman.biz

Aceites básicos del Grupo I son los aceites minerales tradicionales, destilados y refinados con *solventes* como se ha hecho por más de cien años. Son los productos de destilación que quedan entre los combustibles y los aceites pesados. Continúan en producción por su bajo costo. Todavía son los comunes en países donde no exigen lubricantes de larga vida útil de los equipos; países donde más aprecian el precio por litro que el costo total de mantenimiento. Vea el nuestro [boletín 134](#) para mayores detalles. La característica más importante para un lubricante es la cantidad de moléculas saturadas. Podemos ver en esta tabla un muestreo de nueve aceites básicos entre los miles producidos. Las muestras 1 y 8 probablemente son Grupo II (faltaría ver su índice de viscosidad), mientras los demás son Grupo I, la mayoría de ellos solamente contienen entre 70% a 77% moléculas saturadas.

Esto quiere decir que 25 a 30% de las moléculas son aromáticas y quieren evaporar o absorber componentes de la combustión y degradación. El aceite final termina con una estructura desigual, con moléculas de diferentes tamaños y diferentes propiedades. Si volvemos a nuestro ejemplo de la gelatina, tenemos pedazos de gelatina de diferentes consistencias, tamaños y resistencias.

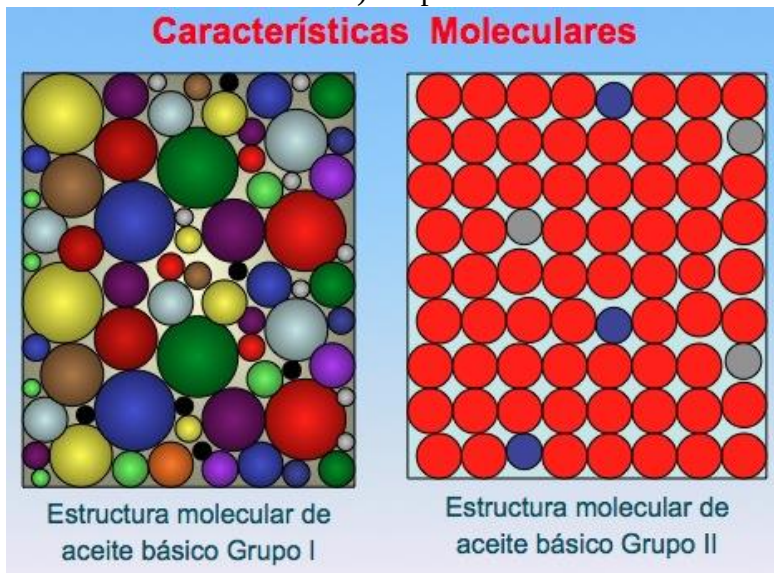
El alto contenido de azufre requiere más aditivos para neutralizarlo y no permitir la formación de ácidos.

Por definición, el índice de viscosidad es entre 80 y 120, pero en la práctica la mayoría de estos tienen índices de viscosidad entre 80 y 95. La calidad de estos depende mucho de los pozos y el crudo usado para su fabricación.

Composición de nueve marcas de aceite mineral básico				
Marca	Azufre	Nitrógeno	Aromaticos	Moléculas saturadas
	ppm	ppm	%	%
1	12	<10	<1.00	>99.0
2	3900	22	22.7	77.1
3	1480	22	24.4	75.6
4	2500	20	25.3	74.7
5	1200	38	15.3	84.4
6	1700	28	30	69.8
7	500	47	12.6	87.2
8	23	11	8	92
9	3400	32	27.6	72.2

www.widman.biz

Aceites básicos del grupo II pueden ser aceites Grupo I con tratamientos adicionales para llenar algunas de las moléculas no saturadas con hidrógeno, o pueden ser hidrocraqueado directamente del petróleo crudo (que es el método más comúnmente utilizado). El proceso varía entre empresas, pero el resultado es que cada planta produce lo mismo en cada lote, y otras plantas que utilizan el mismo proceso también consiguen el mismo resultado, ya que todas las moléculas son bombardeadas de manera similar con hidrógeno en alta presión, convirtiendo por lo menos 92% en moléculas saturadas. Entre más son convertidas, mejor es el aceite, porque las moléculas pueden reaccionar y deslizarse igual. En la gráfica presentamos una manera de visualizar esa diferencia.

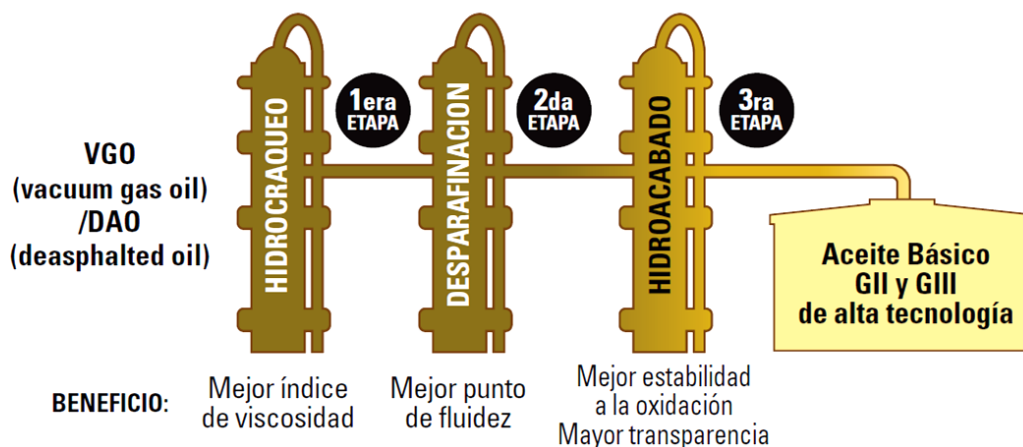


Por esta estructura, el índice de viscosidad natural típicamente es entre 100 y 110, aunque podría estar entre 80 y 120.

Por sus características, puede durar mucho más en cualquier aplicación. Es mucho más resistente al espesamiento por hollín, a la oxidación, el cizallamiento y la evaporación.

Este proceso de refinación de un Grupo II o Grupo III pasa generalmente por 3 etapas, las cuales están descritas usualmente en el msds (Hoja de Seguridad) del producto y es por ello que podemos reconocer la procedencia de la base:

Proceso de refinación en tres etapas (HIDROPROCESO)^{°C, PSI}



Fuente: Swissoil®

Aceites básicos del Grupo III son producidos de la misma manera que aceites Grupo II (como mostramos en la gráfica), pero con mayores presiones y temperaturas, saturando cerca de 100% de las moléculas. Frecuentemente se describe como “*Severamente Hidrocraqueados*”. Estos aceites tienen un índice de viscosidad natural sobre 120 de acuerdo a la clasificación, aunque se puede encontrar especificaciones inferiores en el internet. Por falta de una definición clara, en la mayor parte del mundo aceites formulados con básico grupo III pueden ser llamados “*sintéticos*”, aunque el API los clasifica como “*mineral*” (vea la tabla anterior). En muchas aplicaciones el comportamiento de estos es parecido a un sintético tradicional, grupo IV, y generalmente tienen mejores resultados que un grupo II. Los beneficios son similares al Grupo II, pero a mayor nivel. Muchos teóricos concuerdan que el Grupo III es más un grupo de transición, su composición es muy discutible respecto de los niveles de saturación y uso de otros químicos, lo cierto es que de todos modos tiene mejores ventajas que un Grupo II.

Aceites básicos del Grupo IV son manufacturados por procesos químicos donde las moléculas son todas iguales. Son producidos por la sintetización de hidrocarburos, y son llamados Polialfaolefina (PAO) porque son cadenas largas de hidrocarburos con una cola reactiva de olefina. En general cuanto mayor la cantidad de átomos de carbono que se enlazan con hidrógeno mayor la temperatura de evaporación y por tanto menor propensión al cizallamiento que tendrá el aceite base. En la fabricación, se varía la viscosidad y el índice de viscosidad por el tamaño de la cadena y el tamaño de la cola, buscando un punto optimo para el tipo de aceite a producir. Los PAO no son buenos en solubilidad y no pueden mezclarse con los aditivos, ni limpiar los componentes donde trabajan. Tienden a secar retenes. Para aprovechar su potencial se mezcla con aceites del Grupo V que compensa y mejora estas características. Es por esta falta de solvencia que ganó una mala reputación 50 años atrás. Estos aceites frecuentemente son llamados *sintéticos tradicionales*, pero no existe un nombre universal que los distinga en el mercado.

Aceites básicos del Grupo V también son manufacturados por procesos químicos. La diferencia en este grupo es que incluye “*todo lo demás*”. Aquí tenemos los compuestos *esteres orgánicos*, *diéster* y *Poliol ester* utilizados solos o en mezclas con aceites del grupo IV. Pero también incluye *poliglicoles* (PAG) que típicamente no son miscibles en otros aceites, *fosfato ester*, *poli-fenol ester*, *poli-isobutenos*, *silicones* y otros. Cada uno de estos aceites tiene sus ventajas y desventajas en aplicaciones diferentes. El uso de estos solos, o como aditivos, es calculado y comprobado para cada tipo de aplicación. Este grupo también incluye los *cicloalcanos* o alcanos cíclicos utilizados en aceites para transmisiones CVT porque se convierten en aceites de alta tracción en condiciones de alta presión.

Es por todos estos tipos de aceites sintéticos que es necesario especificar la aplicación cuando se busca un aceite sintético.

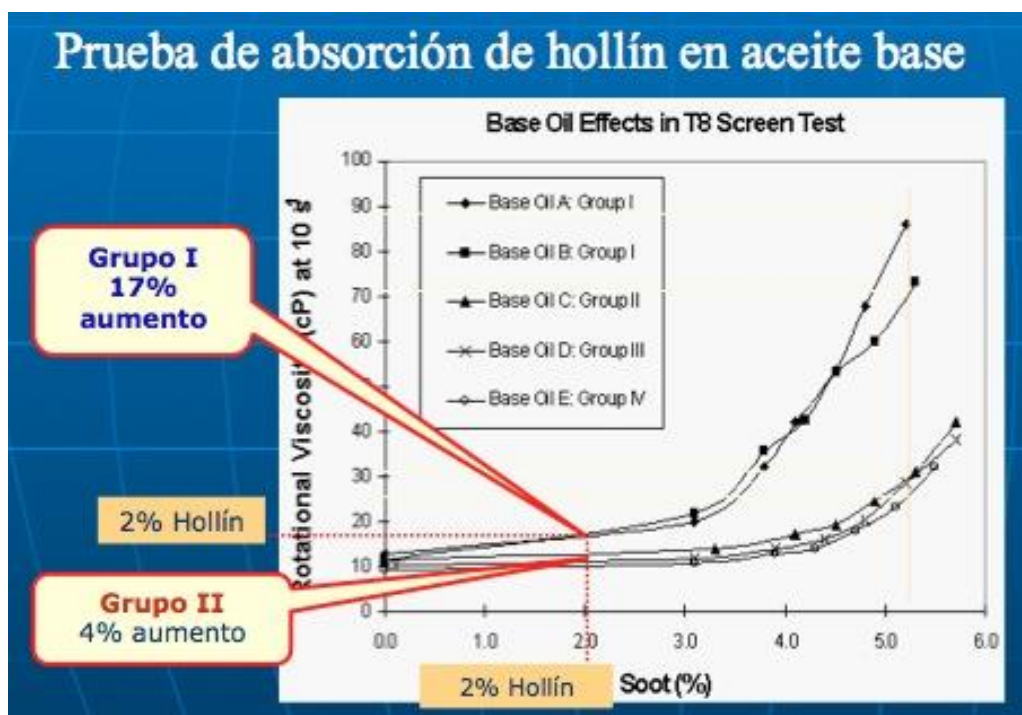
Las formulaciones

Las formulaciones de los aceites tienen que considerar el aceite básico. En general, entre más alta la calidad del aceite básico, menos aditivos requiere para hacer el mismo trabajo. Un aceite sintético, con moléculas fuertes e iguales que resiste el cizallamiento no depende tanto de los aditivos anti-desgastes (ZDDP en muchos casos) porque pasa más tiempo en el régimen hidrodinámico.

Si observamos otro de los parámetros, el índice de viscosidad, se ve una gran diferencia. Un aceite de viscosidad SAE 5W-30 para motores requiere un índice de viscosidad cerca de 160 para cumplir con la viscosidad a 100°C y bombear en frío de acuerdo a las tablas SAE:

- Si empezamos con un aceite básico Grupo I, con un índice de viscosidad (IV) natural de 80, tenemos que adicionar bastante polímeros - uno de los poliisobutenos (pero no nos desviamos a explicar los diferentes tipos de poliisobutenos) que se expanden y crean mayor resistencia en el calor para subir 80 puntos en el índice. Pero estos polímeros no son buenos, y tienen una vida corta en las altas temperaturas del motor.
- Si vemos con un aceite básico Grupo II, con un IV natural de 110, solo tenemos que adicionar poliisobutenos para aumentar 50 puntos.
- Si nuestro aceite básico es Grupo III, con un IV natural de 120 solo tenemos que adicionar poliisobutenos para aumentar 40 puntos.
- Si nuestro aceite básico es Grupo IV, puede ser fabricado con un IV natural de 160, eliminando todos los poliisobutenos.

Cuando analizamos el manejo del aceite en el control de hollín, vemos en este gráfico de *Lubrizol* que existe una diferencia enorme en la habilidad de cada aceite básico de absorber el hollín producido en el motor sin espesarse. Vemos que el aceite grupo I se espesa 17% con 2% hollín en el aceite, mientras los del grupo II, III y IV se espesan 4% o menos.



Cada área de protección o duración es afectada por la calidad del aceite básico. Hay ciertas características que se puede compensar con aditivos, pero otros son imposibles mejorar.

Es decir que ante la carencia de un índice de viscosidad en un aceite base, los técnicos la han compensado introduciendo polímeros, entonces a mejor aceite básico, menor la cantidad de polímeros “agregados” que se presentan, recordemos que los polímeros tienen una menor resistencia a la temperatura y cizallarán pronto.

Lo mismo pasa en otras aplicaciones, sean transmisiones, reductores industriales, compresores, etc. Las características del aceite básico determinan la vida útil del aceite y una parte del desgaste de la máquina.

Resumen

La decisión de comprar aceites de calidad debe depender del uso y su visión de vida útil de los equipos, motores, compresores, etc. Siempre el mejor aceite básico dará más tiempo de vida y más protección, pero a veces la contaminación o el tipo de lubricación no dará lugar para aprovechar esas ventajas.

Uno de los factores importantes en la decisión de productos es el precio. Mientras el precio de Grupo II sobre Grupo I en algunos países puede ser 10% a 15% para productos de la misma clasificación, el rendimiento es por lo menos el doble, si no el triple. En esto la decisión debe ser fácil. Se podría pagar hasta el doble (que en la experiencia no es así), pero el costo es mínimo, y la protección mayor. Cuando hablamos de aceites “sintéticos”, el precio mayor no significa un producto superior o un aceite de Grupo IV. Si la gente de marketing es hábil, puede vender un Grupo III para lo que otros venden Grupo IV depende de cuanto quieren invertir en marketing. La reflexión aquí es que hay marcas que pueden tener compuestos sintéticos en un porcentaje mínimo e inmediatamente llamarse “semi-sintético” y otros con un porcentaje mayor y también llamarse “semi-sintético”, es decir las empresas pueden ser hábiles en mostrar algo que para la máquina puede no ser tan beneficioso. Pocas son las marcas que tienen dos líneas de “sintéticos” pero hay. Un grupo IV tendrá mayor protección y vida útil en turbos de autos, compresores y ciertos otros equipos cuando comparamos con un Grupo III. En general los aceites sintéticos cuestan de 60% hasta el doble de lo que cuesta un aceite mineral.

Mientras, debemos considerar la protección y vida útil superior de un sintético, también debemos volver a nuestro ejemplo de gelatina. Las moléculas de un aceite sintético, correctamente diseñadas, producen un aceite más resbaloso (en el interior de las moléculas, como el interior del bloque de gelatina). Esto reduce la fricción, ahorrando energía. Por lo que 70% de la fricción en un motor está en la lubricación hidrodinámica (30% en lubricación límite), aceites sintéticos producen un ahorro de combustible entre 2 y 3% sobre un aceite grupo I. Si estamos pagando \$US 1.00 por litro de combustible y el auto necesita 10 litros por cada cien kilómetros, gastamos \$1000 en combustible por cada 10.000 km recorridos. Un ahorro de 2 a 3% representa 20 a 30 dólares de ahorro en esos 10.000 km. Esto normalmente cubre la diferencia en costo, y el beneficio viene de mayor vida útil del motor y más kilómetros entre cambios.

Si volvemos al ejemplo de la cantidad de polímeros que requiere un aceite Grupo I o Grupo II para lograr el IV de un SAE 5W-30 y consideramos la eventualidad de cizallamiento de estos polímeros, en áreas montañosas y operaciones fuertes, el aceite sintético grupo IV siempre tendrá mejor desempeño, menos consumo y permitirá menos desgaste.

El uso de aceite sintético en la transmisión también ahorra combustible por las mismas razones - el interior de las moléculas se deslizan entre sí. Pero el uso de aceite sintético en transmisiones automáticas es más importante, ya que la temperatura normal de la transmisión automática oscila entre 75°C a 80°C. Estas temperaturas oxidan rápidamente a los aceites minerales, causando la formación de barniz y gomas que reducen la eficiencia de lubricación y el funcionamiento de los embragues y bandas.

En compresores de aire en talleres, el uso de aceites Grupo I es un desperdicio de aceite por su vida corta y dinero en reparaciones por su oxidación, pero la contaminación del aceite por el ambiente de trabajo normalmente no justifica un aceite sintético. Así que un Grupo II normalmente es suficiente. Pero el uso de aire comprimido en la industria, con compresores a tornilla de alta capacidad siempre se beneficiarán de un aceite sintético que dará por lo menos un año de uso continuo.

Un punto critico

Si no controlamos la contaminación, no podemos aprovechar la vida útil del aceite sintético. Si seguimos soplando o golpeando filtros de aire (esto significa alta posibilidad de contaminación del aceite), el equipo se llenará de partículas finas de tierra.

El término “Semi-Sintético”

Como mencionamos, la palabra “Semi-Sintético” no tiene ninguna definición legal. En la práctica, en la mayoría de los casos es una mezcla de aceite Grupo III o IV con Grupo I o II, aunque puede ser 1% como sintético como puede ser 50% o más. Pero hay algunas marcas que consideran los polímeros poliisobutenos usados para subir su índice de viscosidad, y con esa justificación llaman semi-sintéticos a sus productos sin adicionar básicos del grupo III o IV.

La determinación del aceite básico en el producto

La pregunta que nos hicieron sobre la determinación del aceite básico no es fácil de contestar pero sí podemos tener parámetros que les indicamos. Pocas marcas muestran 100% de la verdad. Usan términos abstractos para implicar que son los mejores. En algunos casos encontramos en la ficha técnica del producto, algo como esto: *“Los Aceites 100% Sintéticos para Motor American Supreme SN son formulados con la última tecnología en lubricantes, incluyendo las exitosas mezclas de Polialfaolefinas y Esteres de alta calidad.”*

A veces la hoja de seguridad nos dice algo. Aquí vemos un producto “..... Full Synthetic 5W-30” de acuerdo a su ficha y publicidad. La hoja de seguridad dice que es: *“Material base sintético Aditivos propietarios mejoradores del rendimiento”* continua con los ingredientes: *“30 a 35% “destilados (petróleo), fracción parafínica pesada tratada con hidrógeno”* o sea, su “Full Synthetic” es una mezcla de 65 a 70% grupo IV y 30 a 35% grupo II.

Para otro producto encontramos esto para su *Extended Performance Synthetic*: *“Chemically modified base oil.”* con 35-40% *“Distillates (petroleum), hydrotreated heavy paraffinic”* y 15-20% *“Lubricating oils (petroleum), C20-50, hydrotreated neutral oil-based”* O sea, parece ser 50% sintético y 50 % grupo II.

Aquí tenemos otro producto que viene de un país cercano. De acuerdo a su ficha es *“a synthetic lubricant”*; y de su ficha de seguridad: *“Distillates (petroleum), hydrotreated heavy paraffinic”*

Normalmente cuando encontramos términos como “destilado”, o el uso de solventes, podemos saber que es formulado con básico grupo I, pero no siempre. El uso de términos como hidrotratado probablemente quiere decir grupo II, pero puede ser solo un pulido del grupo I. “Severamente hidrotratado” puede ser grupo II o grupo III. Términos como “Químicamente modificado” indican el proceso de conversión a grupo IV.

Vale concluir que en muchos casos se justifica el uso de aceites sintéticos, pero para aprovechar su vida útil se debe cuidar la contaminación. Y más que nada, no todo lo que brilla es oro. Hay que leer las fichas y hojas de seguridad.

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 “**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 info@widman.biz no permitiendo que esta altere sus características ni su totalidad.