



INDICE

MANUAL TÉCNICO

- 1- Lubricantes.
 - 1.1 Definición
 - 1.2 Lubricación
 - 1.3 Funciones de los lubricantes
 - 1.4 Composición de los lubricantes
 - 1.5 Protección del equipo

- 2- Características generales de los lubricantes.
 - 2.1 Viscosidad
 - 2.2 Diferentes escalas de medida de la viscosidad
 - 2.3 Aceites multigrado / monogrado
 - 2.4 Detergencia: TBN
 - 2.5 Niveles de calidad

- 3- Lubricantes para motores de Combustión:
 - 3.1 Aceites para Motores Gasolina
 - 3.2 Aceites para Motores Diesel
 - 3.3 Aceites para Motores de dos tiempos

- 4- Lubricantes para transmisiones:
 - 4.1 Cajas de cambio
 - 4.2 Diferenciales

- 5- Aceites Hidráulicos
 - 5.1 Bombas
 - 5.2 Parámetros de funcionamiento
 - 5.3 Características de los fluidos hidráulicos
 - 5.4 Otras propiedades
 - 5.5 Clasificación

- 6- Líquidos de Frenos
 - 6.1 Clasificación
 - 6.2 Líquidos LHM

- 7- Fluidos Refrigerantes

- 8- Grasas
 - 8.1 Definición y composición
 - 8.2 Aceites de base
 - 8.3 Aditivos
 - 8.4 Agentes espesantes
 - 8.5 Tipos de Grasas según la naturaleza del espesante
 - 8.6 Propiedades físico-químicas de las grasas y sus ensayos



1- LUBRICANTES

1.1 DEFINICION

Son sustancias sólidas, semisólidas o líquidas de origen animal, vegetal, mineral o sintético, que pueden utilizarse para reducir el rozamiento entre piezas y mecanismos en movimiento.

Como lubricantes sólidos podemos citar el grafito ó el bisulfuro de molibdeno. Se utilizan principalmente en aquellas condiciones en donde los lubricantes líquidos son incompatibles o de difícil aplicación (trabajo a muy bajas presiones, altas temperaturas, piezas lubricadas de por vida, etc).

El ejemplo más común de lubricante líquido son los aceites ampliamente utilizados en automotriz ó vehículos y muchas aplicaciones industriales (turbinas, compresores, etc...)

Las grasas, en las que un aceite líquido es retenido por un agente espesante, son los lubricantes semisólidos más conocidos y empleados.

1.2 LUBRICACION

Los lubricantes se interponen entre las dos superficies en movimiento. De esta manera, forman una película separadora que evita el contacto directo entre ellas y el consiguiente desgaste.

Es conveniente señalar que el lubricante no elimina totalmente el rozamiento, aunque si lo disminuye notablemente. Esta disminución del rozamiento es la definición de lubricación. El rozamiento por contacto directo entre las superficies es sustituido por otro rozamiento interno mucho menor, entre las moléculas del lubricante. Este rozamiento interno es lo que llamamos viscosidad, sobre la cual se tratará extensamente en otros capítulos del Manual.

1.3 – FUNCIONES DE LOS LUBRICANTES

Los lubricantes no solamente disminuyen el rozamiento entre los materiales, sino que también desempeñan otras importantes misiones para asegurar un correcto funcionamiento de la maquinaria, manteniéndola en condiciones operativas durante mucho tiempo. Entre estas otras funciones, cabe destacar las siguientes:

- Refrigerante
- Eliminador de impurezas
- Sellante



- Anticorrosivo y antidesgaste
- Transmisor de energía

El lubricante correctamente aplicado consigue:

- ***Evitar el desgaste por frotamiento***
- ***Ahorrar energía, evitando que se pierda en rozamientos inútiles que se oponen al movimiento y generan calor.***
- ***Refrigeración***

El aceite contribuye a mantener el equilibrio térmico de la máquina, disipando el calor que se produce en la misma como consecuencia de frotamientos, combustión, etc... Esta función es especialmente importante (la segunda más importante después de lubricar), en aquellos casos en que no exista un sistema de refrigeración, ó éste no tenga acceso a determinados componentes de la máquina, que únicamente puede eliminar calor a través del aceite (cojinetes de biela y de bancada, parte interna de los pistones en los motores de combustión interna).

En general, se puede decir que el aceite elimina entre un 10% y un 25% del calor total generado en la máquina.

- ***Eliminación de impurezas***

En las máquinas y equipos lubricados se producen impurezas de todo tipo algunas por el propio proceso de funcionamiento (como la combustión en los motores de explosión), partículas procedentes de desgaste o corrosión y contaminaciones exteriores (polvo, agua, etc).

El lubricante debe eliminar por circulación estas impurezas, siendo capaz de mantenerlas en suspensión en su seno y llevarlas hasta los elementos filtrantes apropiados. Esta acción es fundamental para conseguir que las partículas existentes no se depositen en los componentes del equipo y no aceleren un desgaste en cadena, puedan atascar conductos de lubricación o producir consecuencias nefastas para las partes mecánicas lubricadas.

Podemos decir que el lubricante se ensucia para mantener limpia la máquina.

- ***Anticorrosivo y antidesgaste***

Los lubricantes tienen propiedades anticorrosivas y reductoras de la fricción y el desgaste naturales. Se puede incrementar esta propiedad con el agregado de aditivos específicos para preservar de la corrosión diversos tipos de metales y aleaciones que conforman las piezas y estructuras de equipos ó elementos mecánicos.



- **Sellante**

El lubricante tiene la misión de hacer estancas aquellas zonas en donde pueden existir fugas de otros tipos ó gases que contaminen el aceite y reducen el rendimiento del motor. La cámara de combustión en los motores de combustión interna y los émbolos en los amortiguadores hidráulicos son dos ejemplos donde un lubricante debe cumplir esta función.

- **Transmisor de energía**

Es una función típica de los fluidos hidráulicos en los que el lubricante además de las funciones anteriores, transmite energía de un punto a otro del sistema.

1.4 COMPOSICION DE LOS LUBRICANTES

Los lubricantes se componen de aceites base y una serie de aditivos modificadores de las propiedades de estos aceites.

Los aceites base pueden provenir del refinado del petróleo ó bien de reacciones petroquímicas. Los primeros son los denominados aceites minerales y los segundos son conocidos como aceites sintéticos.

Los aceites base de tipo mineral (bases minerales) están constituidos por tres tipos de compuestos parafínicos, nafténicos y aromáticos, siendo los primeros Iso que se encuentran en mayor proporción (60 – 70%) por tener las mejores propiedades lubricantes, pero siempre hay compuestos nafténicos y aromáticos que aportan propiedades que no tienen las parafinas (comportamiento a bajas temperaturas, poder disolvente, etc)

Las bases sintéticas son sustancias prácticamente puras que poseen ciertas características especiales que las diferencian de las bases minerales, como son:

- Mejores propiedades lubricantes
- Mayor índice de viscosidad
- Mayor fluidez a baja temperatura
- Mayor estabilidad térmica y a la oxidación
- Menor volatilidad

Aunque actualmente su importancia es creciente, su consumo se ve limitado por el elevado coste de obtención. Su principal utilización es la fabricación de aceite de automotriz o transporte de muy alta calidad, especialmente para motores de gasolina y diesel.

El aceite base no puede cumplir, por sí sólo, todas las funciones descritas con anterioridad. Tampoco podría soportar las condiciones a veces críticas de funcionamiento de los equipos. Por esta razón, es necesario aditar los aceites con ciertas sustancias que varían según:

- La aplicación del lubricante:

- Motor
- Engranajes



- Sistemas hidráulicos
 - Etc...
- Las condiciones de trabajo:
- Monogrado ó Multigrado
 - Gasolina ó Gas - oil
 - etc...
- Niveles de prestaciones que se desea alcanzar:
- Clasificación ACEA
 - Clasificación API
 - Clasificación SAE
 - Clasificación CCMC
 - Normas MIL (Militares E.E.U.U.)
 - Especificaciones de fabricantes ó recomendaciones del fabricante

Existen diferentes aditivos que pueden clasificarse según su función específica, en los siguientes grupos:

- Mejoradores de las propiedades físicas.
 - Índice de viscosidad
 - Punto de congelación

- Mejoradores de las propiedades químicas.
 - Antioxidantes
 - Anticorrosivos

- Mejoradores de las propiedades físico-químicas.
 - Detergentes
 - Dispersantes
 - Antidesgaste
 - Antiherrumbe
 - Antiespumantes

1.5 PROTECCION DEL EQUIPO:

Durante la vida útil en servicio, cualquier maquinaria y el aceite que la lubrica, están expuestos a la acción de diversos agentes como son el oxígeno y la humedad del aire, altas presiones y temperaturas desarrolladas, productos químicos originados por el propio proceso de funcionamiento, etc...Un buen lubricante debe ser capaz de resistir estos agentes perjudiciales, esto es, tener estabilidad y evitar, además, que ataquen los distintos componentes del equipo para conseguir una larga vida del mismo.

En orden a mejorar su estabilidad, el aceite base incorpora aditivos antioxidantes que reaccionan con agentes como el oxígeno, radicales libres ó peróxidos, neutralizando el poder



oxidante de éstos frente al aceite. Es decir, los aditivos antioxidantes se oxidan para evitar la oxidación del aceite, y se consumen, por lo que llega un momento en que es necesaria la sustitución del aceite. Es importante mencionar que la estabilidad térmica no puede ser mejorada con aditivos y depende exclusivamente de la composición química ó procesos de obtención del aceite base.

Para proteger el equipo de todas las sustancias que pueden resultar nocivas, el aceite base necesita mejorar sus propiedades intrínsecas con aditivos:

- **Antiherrumbre**, que retardan la oxidación de los metales de la maquinaria
- **Anticorrosivos**, que protegen los metales frente a los agentes químicos.
- **Antidesgaste**, que modifican la fricción entre las piezas en movimiento, en orden a disminuir su desgaste.
- **Detergente y dispersantes**, que rodean las partículas extrañas y las mantienen en suspensión y dispersas en el aceite, e impiden que se depositen en los distintos componentes de la maquinaria.
- **Extrema presión**. Son aditivos en los lubricantes de engranajes y protegen en condiciones de lubricación límite.
- **Antiaire y antiespuma**, que eliminan el aire que pueda quedar ocluido en el seno del aceite y evitan la formación de espuma en el mismo.

2 – CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS LUBRICANTES

Los lubricantes son sustancias que se componen de aceite base y de una serie de aditivos que potencian o confieren las propiedades que el aceite base por si solo no es capaz de alcanzar. A continuación vamos a ver algunas de esas propiedades.

2.1 – VISCOSIDAD

Es la propiedad fundamental y más importante de un lubricante líquido. Se puede definir como su resistencia a fluir ó lo que es lo mismo, la medida del rozamiento de sus moléculas.

No hay que confundir términos de untuosidad ó densidad con viscosidad. La untuosidad es la adherencia de las partículas a las superficies metálicas, incluso en posición vertical. Debido a la untuosidad, las superficies metálicas permanecen con una capa fina de lubricante incluso tras largo tiempo después de haber sido aportado el lubricante. La densidad es el peso de una materia en relación al volumen que ocupa. No aporta ninguna propiedad funcional a los lubricantes.

La viscosidad en un fluido depende de la presión y de la temperatura:

- Al aumentar la temperatura disminuye la viscosidad.
- Al aumentar la presión aumenta la viscosidad.



La medida de la variación de la viscosidad con la temperatura es el **índice de viscosidad**. A mayor índice de viscosidad, mayor resistencia del fluido a variar su viscosidad con la temperatura. El índice de viscosidad se mejora con los aditivos ***mejoradores del índice de viscosidad***.

2.2 – DIFERENTES ESCALAS DE MEDIDA DE VISCOSIDAD

Existen varias escalas para medir la viscosidad de un fluido. Las más usadas son la SAE y la ISO. En las siguientes páginas podemos ver tres tipos de escalas.

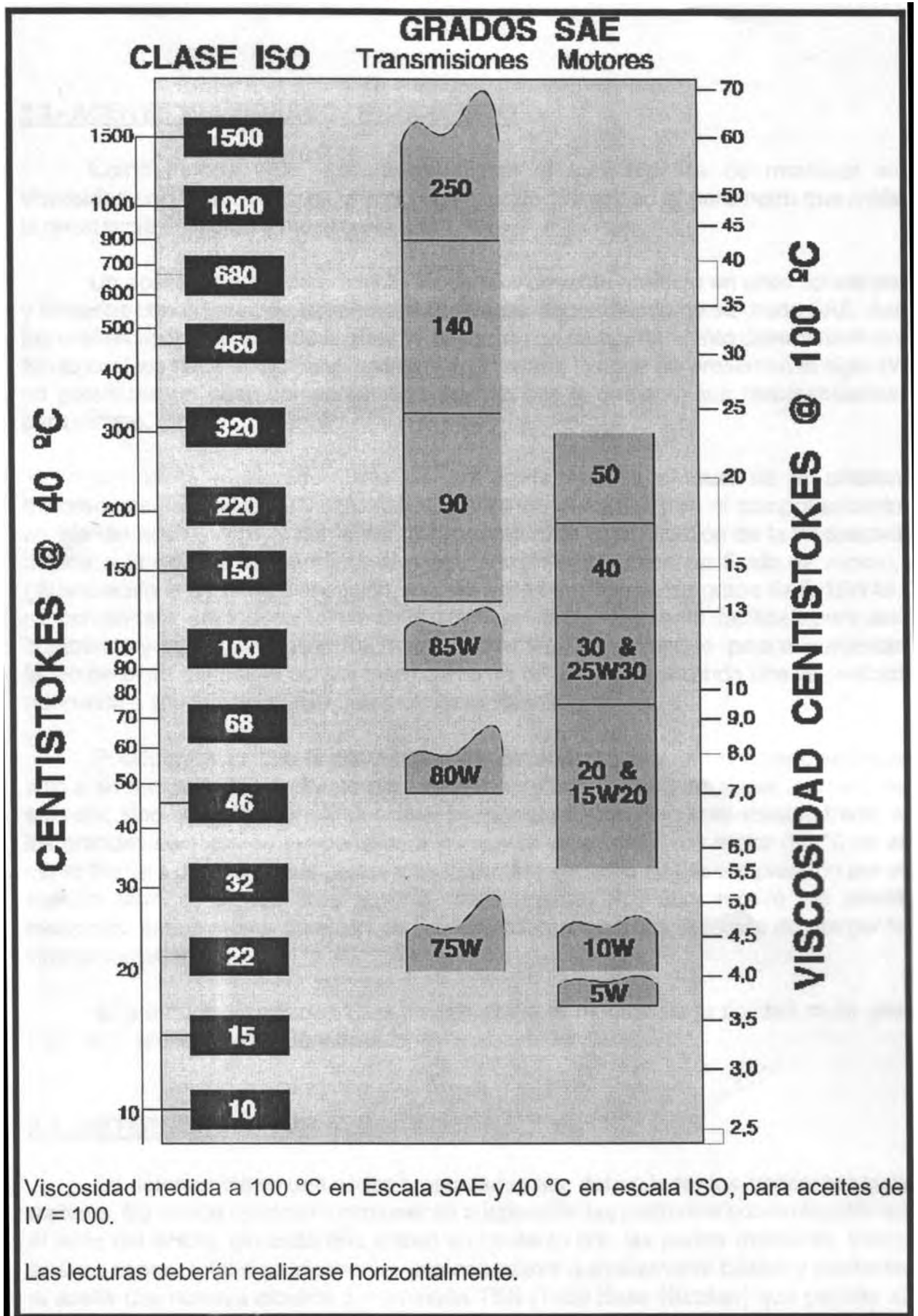
- Escalas en grado SAE para aceites motor.
- Escalas en grado SAE para aceites de engranajes
- Escalas en grados ISO para aceites hidráulicos ó industriales

Como podemos comprobar existe una correlación de equivalencia entre las distantes escalas. La primera de ellas es aplicable para aceites motor, y la segunda para engranajes. Esta diferenciación fue realizada para evitar posibles equivocaciones en la aplicación de un producto u otro lo que podría motivar la destrucción de la maquinaria. Una tercera escala, la ISO se aplica a los aceites industriales.

La Escala en grado SAE se toma a la temperatura de 100° C.

La Escala en grados ISO se toma a la temperatura de 40° C.

Ambas se expresan en CENTISTOKES (CST).





CLASIFICACIÓN SAE

Este es un sistema de clasificación basado pura y exclusivamente en la viscosidad del producto terminado, excluyendo de dicha clasificación otras consideradas de calidad o performance en su comportamiento.

Esta clasificación fue desarrollada por la Society of Automotive Engineers y establece una serie de números como por ej. SAE 20, 30 5W40; 15W40, que relacionan las viscosidades máximas permitidas que garantizan una buena distribución de caudal o irrigación al motor conjuntamente con un buen comportamiento de la bomba de aceite en el momento del arranque; como así también la formación de una película mínima del lubricante en las zonas de altas temperaturas para evitar de este manera un desgaste prematura y excesiva en las distintas partes del motor.

TENDENCIAS

No tenemos que dejar de recalcar y es importante hacerlo que el nuevo impulso en los cambios que se producirán en la elaboración y formulación de lubricantes será:

La calidad del aire; este concepto trae aparejado un mayor control de emisiones. Para lograr este objetivo la industria automotriz tiene como objetivo los cambios en el diseño de sus motores; así se están produciendo motores de mayor hermeticidad del sistema, eliminando o disminuyendo los huelgos (luces) en zonas estancas, elevando las temperaturas de operación y recirculando gases de escape.

Esta alternativa traerá en la evaluación final menor tolerancia principalmente en los depósitos para el motor y mayores cargas térmicas para el aceite, por lo tanto en lubricante tendrá que tener mayor resistencia a la oxidación, mayor poder dispersante, un superior control de hollín en suspensión y menor pérdida de volatilidad.

2.3 ACEITES MULTIGRADO / MONOGRADO

Como hemos visto, los aceites tienen la característica de modificar su viscosidad con la temperatura, siendo el índice de viscosidad el parámetro que mide la resistencia del fluido a modificarla.

Un aceite monogrado presenta un comportamiento correcto en unas concretas y limitadas condiciones de temperatura ambiente, dependiendo de su grado SAE. Así los aceites acompañados de la sigla W aseguran un comportamiento determinado en frío lo cual los hace aptos para funcionar en invierno, los que no presentan la sigla W no garantizan un buen comportamiento en frío, por lo que solo son recomendables para verano.

Un aceite multigrado parte de un aceite tipo W al cual se le añaden mejoradores del índice de viscosidad. De esta forma se asegura el comportamiento en frío del aceite, pero al aumentar la temperatura la estabilización de la viscosidad debida a la aditivación permitirá al



aceite comportarse como un fluido de verano, garantizando la correcta lubricación. Así, un aceite multigrado de grado SAE 15W40, se comportará en frío como un SAE 15 W con la consiguiente facilidad para ser bombeado y garantizar una correcta lubricación desde el arranque, pero al aumentar la temperatura del aceite este actuará como un SAE 40 garantizando una viscosidad adecuada a alta temperatura y una película lubricante estable.

Puede parecer que la diferencia entre un monogrado y un multigrado se limita solo a su comportamiento frente a los cambios de temperatura ambiente, pero no es solo así, sino que además un lubricante multigrado es también más estable frente a los grandes cambios de temperatura a los que se ve sometido un motor (90° C en el cárter frente a 300 °C en las partes más calientes) evitando su descomposición por el choque térmico, siendo más estable térmicamente. Por este motivo los aceite multigrado tienen mayor duración de uso que los monogrados, además de alargar la vida de los equipos.

El grado de viscosidad SAE no constituye una medida de la calidad del aceite sino da la idea de una aplicación correcta del lubricante.

2.4 – DETERGENCIA: TBN

La detergencia es una de las propiedades que deben tener los lubricantes para motores. Su misión reside en mantener en suspensión las partículas contaminantes en el seno del aceite, evitando que entren en contacto con las partes metálicas. Estos aditivos tienen, total o parcialmente, una naturaleza químicamente básica y confieren al aceite una reserva alcalina denominada TBN (Total Base Number) que permite al aceite neutralizar el ácido sulfúrico formado en la combustión del diesel, debido al azufre presente en la composición de éste. Este hecho puede tener relevancia en motores diesel.

El TBN, por ser una reserva alcalina, es una medida de componentes del aceite químicamente activos, que proporcionan elevados contenidos en cenizas metálicas y que pueden ser tan perjudiciales como los ácidos de la combustión, si están presentes en exceso. Por ello, no es conveniente utilizar un lubricante de elevado TBN en aquellos motores que no vayan a hacer uso de él, pues podrían sufrir un ataque químico innecesario.

TBN: últimas tendencias

Históricamente y debido al elevado contenido en azufre de los combustibles diesel, la formación de cantidades apreciables de ácido sulfúrico en el seno de los motores era habitual, por lo que los aceites debían poseer reservas alcalinas elevadas para neutralizarlo, es decir, TBN altos.

Actualmente, las normativas medioambientales regulan y limitan extraordinariamente el contenido en azufre de los diesel, que va siendo cada vez menor. Por ello, la misión de los aditivos detergentes tradicionales de neutralización del posible ácido sulfúrico procedente de dicho azufre va siendo cada vez menos relevante.



De hecho, modernamente se ha desarrollado una nueva tecnología de aditivos detergentes de bajo contenido metálico y baja alcalinidad que cumplen a la perfección su misión de mantener limpio el motor, llevando las partículas contaminantes en suspensión y depositándolas en los filtros. Estos aditivos dejan menos residuos y crean menos cenizas.

Por su baja alcalinidad, estos aditivos confieren al aceite más bajos TBN (que mide exclusivamente la alcalinidad del aceite), lo cual no es para nada indicativo de su capacidad de mantener limpio el motor, tarea que desempeñan perfectamente, como ya hemos mencionado anteriormente. Lo único que indica un TBN bajo es una menor capacidad que los antiguos aceite de TBN elevados para neutralizar el posible ácido sulfúrico que se puede llegar a formar por el azufre del diesel. Como ya hemos indicado, los bajos contenidos en azufre de los diesel actuales no justifican, en ningún caso, la necesidad de TBN elevados.

Por tanto, y en conclusión, habremos de acostumbrarnos a no juzgar la calidad de un lubricante por su valor de TBN. De hecho, los aceites más modernos, formulados con la más reciente tecnología en aditivos detergentes, presentan generalmente TBN inferiores a 12.

La última legislación en España limita el contenido de azufre en los diesel de uso automotriz al 0,05%, antes situado en el 0,2%. Es decir, el contenido permitido de azufre en el gas – oil ha descendido en un 75%.

2.5 – NIVELES DE CALIDAD DEL ACEITE

Para determinar el nivel de calidad de un aceite, hay que recurrir a las aprobaciones y especificaciones internacionales emitidas por organismos que certifiquen mediante pruebas y ensayos el nivel de rendimiento de un aceite.

Las más extendidas clasificaciones son las API, ACEA y CCMC a nivel internacional, además de las de algunos constructores que realizan sus propios ensayos a los aceites para certificar los mas adecuados para sus equipos, como son Mercedes Benz, Ford, Volkswagen...

Estas especificaciones las iremos estudiando en cada caso según su aplicación para motores gasolina, diesel, dos tiempos...

3- ACEITES PARA MOTORES DE COMBUSTIÓN

3.1 ACEITES PARA MOTORES DE GASOLINA

La evolución en el desarrollo de los motores de gasolina ha sido constante en los últimos años, buscando cada vez obtener mayores rendimientos en los mismos, a base de aumentar la potencia específica de lo motores, mejorando la aerodinámica de las carrocerías, y buscando cada vez diseños más ecológicos con menores emisiones de gases nocivos.

Todas estas mejoras tecnológicas en los motores traen paralelamente una mejora constante en la lubricación de los mismos, ya que los requisitos que el aceite debe satisfacer



son más altos con cada diseño. Vamos a comentar en qué grado afectan a la lubricación algunas de las mejoras mencionadas:

-AUMENTO DE LA POTENCIA ESPECIFICA

Las mejoras introducidas en los motores en busca de obtener diseños con mayor potencia, pasan por incluir ciertos elementos que proporcionan ese objetivo, como culatas multi-válvulas, turbo compresores, mecanismos variadores de la distribución, inyección electrónica..., además de utilizar materiales de menor peso como el aluminio, una mejora sensible en los procesos de fabricación obteniéndose menores tolerancias de producción y mejores acabados en los mecanizados, con lo que el ajuste del motor es muy superior.

Los motores de esta generación ruedan a elevados regímenes de giro requiriendo en su lubricación aceites capaces de aportar la viscosidad adecuada para obtener una película lubricante estable al cizallamiento y de un espesor adecuado para asegurar que el aceite entre en todos los resquicios del motor, por pequeña que sea la tolerancia con que ha sido definido el mecanismo a lubricar. Este punto se ha visto potenciado, por otra parte, por la nueva red vial de España, ya que los recorridos se realizan actualmente por autopista, con una velocidad muy alta y mantenida, con lo que los aceites de baja calidad han quedado totalmente desaconsejados por no poder ofrecer la protección mencionada.

Otro fenómeno muy representativo es la formación de barro negro ó "Black Sludge". Se debe al efecto de compactación de los residuos y suciedades que hay disueltos en el aceite y que tienden a formar capas de barro en las zonas frías del motor, como botadores, tren de válvulas.

Este fenómeno se produce con gran facilidad en los motores que realizan pocos kilómetros diarios, dado que el corto intervalo de tiempo que hay entre la arrancada y la parada del motor no permite que el aceite pueda dispersar todos los residuos que puedan haber en el carácter. El problema se acrecienta en vehículos que ruedan en ciudad y que ni siquiera alcanzan las suficientes revoluciones. Asimismo la formación de barro negro se ve favorecida por el uso de gasolina sin plomo, como veremos más adelante.

Vemos, en conclusión, en este apartado como la necesidad de lubricantes de alta calidad en los motores se pone de manifiesto tanto en servicios de alta velocidad como en la conducción urbana diaria que realizan la mayor parte de los usuarios.

- AERODINAMICA

La aerodinámica es junto con la mayor potencia y el menor peso de los vehículos otro de los puntos en los que se ha incidido para obtener mayores prestaciones en los vehículos. El menor rozamiento de la carrocería en el aire cuando el vehículo va circulando permite a esta alcanzar mayores velocidades y por lo tanto el motor girará también a mayores revoluciones.



Las mejores aerodinámicas suponen que el vehículo corte el aire formando minimizando turbulencias y presentando por lo tanto la menor superficie frontal posible. De esta manera los flujos de aire por el interior de vehículos se han disminuido sensiblemente, con lo que el intercambio calórico de las distintas partes del motor es menor y hace que el aceite trabaje en ciertas zonas (como el cárter) a mayor temperatura.

Esto exige en el lubricante una serie de requisitos, como:

- **Índice de viscosidad elevado y estable:** Esta propiedad permite al lubricante mantener una viscosidad suficiente a elevadas temperaturas. Un elevado índice de viscosidad supone una mejor y más estable lubricación en caliente en motores de alto régimen de funcionamiento.
- **Mayor resistencia térmica:** Los aceites de alta calidad lo son por ser más resistentes a la degradación térmica, evitando la acumulación de productos de descomposición pesados que elevarían la viscosidad del aceite.

- DISEÑOS ECOLÓGICOS

La mayor preocupación de los fabricantes hoy en día es realizar motores de baja emisión, con el fin de acomodarse a la legislación en términos medio – ambientales. De hecho, la mayoría de los vehículos de gasolina que se comercializan salen ya equipados con convertidores catalíticos de tres vías para adaptarse a la legislación vigente.

En términos de vehículos catalizados, el primer punto que encontramos es el uso de la gasolina sin plomo.

El plomo, además de ser el compuesto anti-detonante de la gasolina, tenía dos misiones fundamentales:

- **Lubricar**, ya que este elemento tiene unas excelentes propiedades lubricantes siendo fundamentalmente este papel en las válvulas.
- **Dispersar**, ya que el plomo que pasaba al aceite a través de pequeñas fracciones de gasolina que contaminaban el aceite ayudaba a éste a mantener en dispersión las suciedades evitando así la formación de los barros negros ó “Black Sludge”.

Los compuestos aromáticos que sustituyen al plomo como compuesto antidetonante son además potenciadores de la formación de barros negros.



Es evidente que los niveles de poder dispersante de los aceites modernos han de ser muy superiores a los que se utilizaban anteriormente para paliar el efecto tan negativo que supone para lubricación la ausencia de plomo en la gasolina.

El catalizador por otra parte es un elemento cerámico recubierto de metales nobles y que tiene la misión de completar la combustión de la gasolina para que de esta manera se minimicen las emisiones de compuestos nocivos.

Este catalizador es físicamente un cilindro con celdillas de muy pequeña dimensión normalmente rectangulares, que lo atraviesan longitudinalmente y a través de las cuales deben pasar los gases de escape para ser catalizados. El catalizador perderá su actividad si dichas celdillas se ven taponadas por un aporte de residuos de la combustión.

Es evidente que siempre va a pasar lubricante a las cámaras de combustión, bien a través de los cilindros, bien a través del recuperador de los gases de escape, por lo que el lubricante al quemarse tenderá a formar depósitos que taponan al catalizador.

Son pues necesarios para prolongar la vida del catalizador aceites de alta calidad, con cortes de destilación estrechos que no dejen residuos pesados al quemarse, y con baja volatilidad para minimizar la emisión de gases del lubricante a las cámaras de combustión. La mayor volatilidad implica menores pérdidas por evaporación lo que reduce el consumo de aceite y origina un menor número de partículas en el gas de escape, contribuyendo a aumentar la eficacia y la vida útil del catalizador. También se consigue con aceites de elevadas propiedades intrínsecas (aceites sintéticos), que no necesitan mucha aditivación, ya que los aditivos son los causantes en gran parte, y debido a su composición, del ensuciamiento del catalizador.

3.1.1-NIVELES DE CALIDAD

En Europa, el Comité de Constructores del Mercado Común (CCMC), estableció en 1977 su propia clasificación, en base a ensayos realizados con motores europeos y cuya última revisión corresponde a 1989.

En la actualidad y en pro de tener un sistema de clasificación de aceites más acorde a los adelantos aparecidos en la industria automotriz, y para que éstos se vean reflejados en las necesidades de mejora de calidad de los aceites lubricantes que necesitan, la Asociación Europea de Fabricantes de Automóviles, ACEA, (European Automobile Manufacturers Association) ha creado un nuevo sistema de clasificación, y a la vez todo el sistema de pruebas que lleva consigo, para definir estos diferentes tipos de calidad.



ACEA ha creado una nueva clasificación, con nuevos test de motores más modernos y más acordes con los motores utilizados hoy en día en los vehículos europeos.

La primera clasificación ACEA fue adoptada en el año 96, teniendo estos niveles la siguiente nomenclatura:

- Ax-96 (para motores gasolina)
- Bx-96 (para motores diesel ligeros)
- Ex96 (para motores diesel pesados)

En el año 1998 y en 2002 estos niveles ACEA han sufrido diversas modificaciones, siendo ahora más severos, creándose algunos niveles nuevos, así como otros que han quedado como estaban.

Por tanto, para los motores de gasolina, la clasificación es:

Antiguos niveles CCMC para motores de gasolina:

Hasta finales de 1996, los niveles de calidad eran los correspondientes a CCMC: G1 y G2, ya obsoletos, y actualmente todavía en el mercado nos podemos encontrar con aceites G3, G4 ó G5.

- **CCMC G3:** *No apto para vehículos catalizados*
- **CCMC G4:** *Supera las especificaciones del nivel API SG, Apto para todo tipo de vehículos de gasolina, incluidos catalizados.*
- **CCMC G5:** *Especificación más exigente exigible a los aceites para motores de gasolina, sólo alcanzable por productos sintéticos o semisintéticos.*

Niveles ACEA para motores de gasolina:

En la actualidad y para disponer de una clasificación acorde al nivel de desarrollo y requerimiento de los motores europeos, ACEA ha desarrollado una nueva clasificación:

- **ACEA A-1:** Especificados para aceites multigrados de máxima calidad que demuestran economía de combustible.
- **ACEA:** Incluye ensayo M III F E (Fuel – Economy)
- **ACEA A-2:** Aceites multigrados de máxima calidad que en su performance no demuestran economía de combustible.
- **ACEA A-3:** Aceites multigrado de alta calidad que son formulados con bases sintéticas.

Cambios actuales en los Niveles de ACEA para Motores de Gasolina



- **Nivel A-1:** Mayor severidad en secuencia *M III E* y *TU 3 M*
Inclusión del ensayo M III FE (Fuel Economy)
- **M III F.E:** Motor Mercedes Benz 4 cilindros 3,0 lts (Gasolina) servicio normal y en ruta. Evalúa economía de combustible (%) frente a un aceite de referencia. Ac. Referencia: 0% ahorro M III F.E.: 2,5% ahorro de combustible.
- **Nivel A-2:** Sin modificaciones.
- **Nivel A-3:** Mayor severidad en ensayo en motor *TU3M*
- **TU3M:** Motor Peugeot (Gasolina) 4 cilindros 1,3 lts cilindrada con inyección (servicio alta velocidad y alta temperatura).

Niveles API para motores de gasolina:

Con la sigla S están clasificados los vehículos de pasajeros (automóviles), que combustionan gasolina y está acompañada por una segunda letra (siguiendo el orden alfabético) que va creciendo a medida que aumenta la calidad del lubricante y la exigencia en servicio.

Los iniciales SA, SB, SC, SD, Y SE se encuentran actualmente obsoletos, y a medida que aumenta la calidad exigida al aceite, éste es calificado como SF, SG, SH o SJ.

- **API SF:** Surgen en los años 70. No apto para vehículos sin catalizador.
- **API SG:** Primer nivel apto para vehículos catalizados. Apto para todo tipo de motores de gasolina.
- **API SH:** Aceites API SG de alto nivel. Economizadores de combustible
- **API SJ:** Aparecido en 1997 con ensayos específicos para bajas viscosidades .
- **API SL:** Máximo nivel de calidad en servicio obligado a cumplir nuevas exigencias con requerimientos de las terminales automotrices tales como:
 - Mejorar el control de oxidación.
 - Optimizar el control de depósitos.
 - Mayor control sobre el consumo de aceite.

Logrando este objetivo mediante nuevos ensayos de severidad en motores como por ejemplo:

- Secuencia III F: controla la oxidación a altas temperaturas (155°C) Incremento de la viscosidad a 40°C.
- Secuencia VG: capacidad del aceite para controlar la formación de barros y barnices .
- Secuencia IV A: desgaste de bielas
- Labeco L-38: disminución de pérdida de peso en cojinete.

3.1.2. ESPECIFICACIONES CONSTRUCTORES (Vehículos ligeros)



Dentro de las especificaciones de constructores las más destacables son:

VOLKSWAGEN: Establece las siguientes normas:

502.00, 500.00, 501.01, 503.00, 503.0, 505.01, 506.00, 506.01.

MERCEDES BENZ: Establece las siguientes normas:

M.B. 229.1, M.B. 229.3

Existen otros fabricantes que establecen niveles de calidad, pero que no otorgan una especificación, sino una recomendación, como es el caso de:

- **Porsche**
- **BMW**
- **Etc.**

3.2- ACEITES PARA MOTORES DIESEL

Los aceites lubricantes para motores diesel presentan una serie de peculiaridades frente a los de aplicación en motores de gasolina, derivadas de la naturaleza del combustible.

El gasóleo presenta un cierto contenido en azufre, que puede llegar a generar ácido sulfúrico, que habrá que neutralizar. Además, la combustión diesel produce mayor cantidad de residuos carbonosos, que es preciso mantener en suspensión para evitar que se depositen en diferentes partes del motor.

La lubricación de motores de combustión interna requiere de los aceites un servicio en condiciones severas, tales como:

- Presiones y temperaturas elevadas
- Contacto con agentes contaminantes como agua, polvo oxígeno, etc...

Son tres las propiedades fundamentales de los aceites para motores, derivadas de estas condiciones de servicio:

- Viscosidad (comentado anteriormente)
- Estabilidad térmica y a la oxidación
- Protección del motor

PROTECCIÓN DEL EQUIPO

Ya hemos visto la gran importancia que tienen los aceites para motores diesel para la protección del motor frente a los contaminantes externos e internos.



El origen de las partículas contaminantes es muy diverso: degradación térmica del aceite, subproductos de oxidación del mismo, partículas de combustión del combustible, polvo, partículas metálicas de desgaste, etc.

Estos contaminantes tienden a depositarse en diferentes zonas del motor creando depósitos como lacas y barnices, en zonas calientes, barro y lodos, en zonas frías ó depósitos carbonosos en segmentos y cabeza de pistones.

Para combatir estos depósitos, se requieren una serie de aditivos que mantengan las partículas contaminantes en suspensión, evitando su aglomeración y posterior depósito en el motor. Estos aditivos son los detergentes y dispersantes.

3.2.1. – NIVELES DE CALIDAD

Para los motores Diesel, la clasificación se divide en dos grupos, según el servicio al que estén destinados los motores:

- B: Diesel ligero
- E: Diesel pesado

Al igual que en la especificación para motores de gasolina, la última actualización corresponde al año 2002, sustituyendo a las del año 98.

Antiguos niveles CCMC para motores diesel:

Hasta fines de 1996, los niveles de calidad eran los correspondientes a CCMC: D1, D2 y D3 son niveles ya obsoletos. Actualmente todavía nos podemos encontrar con los niveles de calidad CCMC D4 y D5. La especificación CCMC PD2 es propia de aceites para motores diesel en turismos.

CCMC D4: Aceites para servicios severos y cambios prolongados.

CCMC D5: Aceites que superan las especificaciones del nivel D4, típicamente reconocidos como de "largos intervalos de cambio y elevadas prestaciones".

Niveles ACEA para Motores Diesel:

Siguiendo el mismo criterio, como en los motores de gasolina ACEA ha desarrollado una nueva doble clasificación.

Diesel Ligero: para vehículos de pasajeros (no es necesario incluir bases sintéticas en la formulación).

- **ACEA B1:** Motores de bajo consumo de aspiración normal inyectores o sobre alimentados que poseen economizador de combustible. Incluye Ensayo M III F.E. (Fuel Economy)
- **ACEA B 2:** Supera la anterior, con menor formación de hollín. Ensayo OM 602 A más severo.



- **ACEA B3:** Nivel de máxima calidad en todo tipo de motores gasoleros, con economizador de combustible. Ensayo OM 602 A más severo.

Ensayo en motor OM 602 A: motor Mercedes Benz diesel de inyección indirecta 5 cilindros en línea, 2,5 Lts de cilindrada turbocargado.

Simula servicio “Stoop an Go” combinando con secuencias de altas y medias temperaturas.

Se evalúa desgaste de bielas y limpieza de pistones.

Diesel Pesado:

- **ACEA E1:** Motores Diesel de aspiración normal
- **ACEA E2:** Se amplía a motores turbo
- **ACEA E3:** define este nivel a los llamados aceites “Long drain” o de largos períodos de recambio o drenaje. Esto significa que el aceite puede utilizarse durante recorridos de hasta 45.000 Km según la severidad de servicios que preste la unidad.
- **ACEA E4:** Nueva normativa que identificará los requerimientos de lubricación de motores diesel pesados europeos y americanos, especialmente adaptados a las normas sobre emisiones EURO-3. El cumplimiento de esta norma significa ensayos de mayor severidad que la norma E3, pero no significa que sea un nivel superior al E3-98

Niveles API para motores diesel:

Los niveles de calidad para vehículos que combustionan Diesel ya sean livianos y/o pesados se clasifican con la sigla C que están acompañadas por una segunda letra (siguiendo el orden alfabético que va creciendo a medida que aumenta la calidad del lubricante y la exigencia en servicio.

Los niveles CA y CB están obsoletos, y en el mercado existen los niveles CC, CD, CD2, CF2, CE, CF, CF –4, CG-4 y CH-4.

- **API CC:** Aceites para motores ligeramente sobre alimentados, pero no apto para motores turboalimentados.
- **API CD:** Primer nivel exigible a los aceites para motores turboalimentados. Ofrecen por ello una alta estabilidad térmica.
- **API CE:** Aceites que superan ampliamente las exigencias del nivel CD
- **API CF-4:** Diseñado para motores de baja emisión de partículas.
- **API CD2:** Motores de 2 tiempos sobrealimentados de alta severidad
- **API CF2:** Motores Diesel de 2 tiempos con aspiración natural, turboalimentados y sobrealimentados.
- **API CG4:** Máximo nivel, implica un gran control sobre la formación de depósitos y carbonillas.
- **API CF:** Nivel orientado a vehículos de obras públicas, agricultura, off-road.
- **API CH-4:** Introducida en Diciembre de 1998. Para motores de 4 tiempos diesel diseñados para cumplir exigentes normas sobre emisiones contaminantes. Para



motores que empleen gasoil con contenidos en azufre hasta un 0,5%. Pueden usarse en lugar de API CG-4, CF-4, CE y anteriores.

3.2.2- ACEITES SHPD

SHPD (Super High Performance Diesel) no es una especificación en concreto, sino un concepto que se aplica a aquellos lubricantes desarrollados para mantener largos períodos de cambio.

Es el criterio del fabricante del motor, junto con las características adecuadas del aceite, lo que, tras las pruebas de laboratorio y de campo que el fabricante estima oportunas, lo que determina la duración del aceite, en función del servicio que realice el vehículo.

Las características que deben reunir estos productos son:

- Gran estabilidad térmica y a la oxidación
- Viscosidad adecuada
- Alto poder detergente
- Alto poder dispersante
- Propiedades antidesgaste potenciales

3.2.3 – ESPECIFICACIONES CONSTRUCTORES

MERCEDES BENZ

Mercedes Benz, en sus páginas 227 y 228 establece las distintas clasificaciones para los aceites motor Diesel:

M.B. 227.0/227.1, MB 228.0/228.1, MB 228.2/228.3, MB228.5

MAN

MAN establece las normas:

MAN 271, MAN M-3275, MAN M-3277

VOLVO

VOLVO ha creado sus propias especificaciones para sus motores, denominados VDS (Volvo Drain Specifications).

VOLVO no recomienda los lubricantes que no cumplan la especificación VDS ó VDS-2. En estos casos, se tendrá en cuenta el nivel ACEA (CCMC) o API, para seleccionar el mejor lubricante. Además, podrá ser utilizado el lubricante, como máximo, 15.000 Km, en todos los tipos de motores.



Existen otro tipo de aprobaciones, basadas en los ensayos ACEA, como las de Renault RVI:

- Renault RVI E2
- Renault RVI E2-R
- Renault RVI E3
- Renault RVI E3-R

3.3 ACEITES PARA MOTORES DE DOS TIEMPOS

Para resolver la dificultad de no poder utilizar el carácter del motor como depósito de lubricante, y de no existir circuito de engrase propiamente dicho, en la lubricación de motores de dos tiempos se recurren a dos técnicas distintas:

- Lubricación por mezcla
- Lubricación por inyección.

3.3.1 LUBRICACION POR MEZCLA

En la lubricación por mezcla, el aceite se encuentra diluido con la gasolina en el mismo depósito de combustible según una proporción previamente fijada y supuestamente adecuada. La solubilidad del aceite en la gasolina a cualquier temperatura, es una propiedad de la máxima importancia.

Este tipo de lubricación es el más sencillo, el menos costoso y el más extendido en los pequeños motores monocilíndricos refrigerados por aire que se emplean en herramientas forestales y de jardinería, cortacésped y motocicletas de pequeña cilindrada.

Entre sus inconvenientes más destacados resaltan la imposibilidad de regular la proporción de aceite según el esfuerzo del motor (lo que provoca más depósitos y más contaminación por sobrelubricación) y los problemas de solubilidad en frío.

3.3.2- LUBRICACION POR INYECCION

La lubricación por inyección consiste en inyectar el aceite, que se encuentra en un depósito propio e independiente, en algún punto concreto del motor. Dependiendo del punto de inyección podemos distinguir dos variedades de lubricación, la inyección del aceite en la vía de admisión y la inyección del aceite directamente en los componentes mecánicos del motor.

Las tres frases que existen en la lubricación de los motores de dos tiempos son:

- Mezcla aceite-gasolina: esta etapa es exclusiva de la técnica de lubricación por mezcla.



- Paso de la mezcla aceite-aire- gasolina al cárter. Esta etapa no ocurre en el sistema de inyección a las partes del motor.
- Transferencia de la mezcla a la cámara de combustible y posterior combustión de la misma. Esta tercera fase es común a todas las técnicas de lubricación.

3.3.3- PROPIEDADES DE LOS LUBRICANTES 2T

Las propiedades fundamentales de los lubricantes empleados en motores de dos tiempos y que vamos a estudiar a continuación, derivan directamente de los requisitos que imponen las tres fases de la lubricación descritas con anterioridad.

Estos requisitos son:

- Solubilidad en la gasolina
- Arrastre por la gasolina
- Mínima formación de depósitos
- Lubricación efectiva de todos los componentes del motor.

Otro factor importante que no debemos olvidar es que siempre se trata de una lubricación por aceite perdido, sin recirculación. En aceite, por tanto, permanece un espacio de tiempo muy pequeño en el motor. Volveremos sobre este comentario al tratar la aditivación de los aceites.

Los requisitos de lubricación antes enumerados son satisfechos por lubricantes que reúnen óptimamente las siguientes propiedades:

- Viscosidad
- Volatilidad
- Detergencia – Dispersancia
- Antiherrumbre
- Solubilidad en la gasolina

Las dos primeras propiedades son aportadas por el aceite base empleado, mientras que las tres últimas son aportadas por los aditivos que se añadan.

CLASIFICACIONES DE LOS ACEITES DOS TIEMPOS GASOLINA:

CLASIFICACIONES DE LOS ACEITES DOS TIEMPOS GASOLINA		
NIVEL	APLICACIÓN	CARACTERISTICAS OPERATIVAS DEL MOTOR
TA	Ciclomotores	Motores propensos al autoencendido por



	Pequeños generadores Motores pequeños refrigerados por aire	depósitos, así como al atascado de los conductos de escape.
TB	Scooters Motocicletas que operan con altas cargas Maquinaria de jardinería Motosierras	Propensión al desgaste por rozamiento, perlado y a la pérdida de potencia por formación y acumulación de depósitos en los pistones y salidas de escape (transfers y colector). Tendencia moderada al pegado de segmentos a alta temperatura.
TC	Motosierras 3% máximo Motocicletas Motonieves Motosierras Motores refrigerados por agua que no exijan ISO TCW	Alta tendencia a la formación de depósitos induciendo a la preignición ó perlado. Alta tendencia al pegado de segmentos a alta temperatura. Utilización muy severa. Competición.
TD	Motores fueraborda refrigerados por agua	Alta tendencia a la formación de depósitos y a la preignición. Propensión al pegado de segmentos.

CLASIFICACIÓN NMMA PARA LOS ACEITES DOS TIEMPOS GASOLINA

NIVEL	APLICACIÓN	CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS DEL MOTOR
TC-W	Motores fueraborda refrigerados por agua	Alta tendencia a la formación de depósitos y a la preignición. Propensión al pegado de segmentos.
TC-W II	Motores fueraborda refrigerados por agua	Alta tendencia a la formación de depósitos y a la preignición. Propensión al pegado de segmentos. Funcionamiento en ambientes muy oxidantes. Exigencia de biodegradabilidad. No aplicable en motores terrestres.
TC -W III	Motores fueraborda refrigerados por agua	Aplicable a motores fueraborda muy rápidos.
N.M.M.A.	National Marine Manufacturers Association	



4- LUBRICANTES PARA TRANSMISIONES

La transmisión es el conjunto de órganos de los equipos que tienen la misión de transmitir la energía generada en el motor a las ruedas adaptándola a las condiciones de marcha que se deseen. Consta de:

- El embrague
- La caja de cambios (manual ó automática)
- El diferencial

De éstos órganos nos centraremos en las cajas de cambios y diferenciales por ser los que nos interesarán de cara a la lubricación.

4.1.-CAJAS DE CAMBIOS

La caja de cambio está constituida por una serie de engranajes que proporcionan distintas relaciones de transmisión de manera que transmitan más par a baja velocidad ó mayor velocidad pero con menor par. La selección de las diferentes velocidades se efectúa mediante unos desplazables que engranan el piñón deseado y por unos sincronizadores que adaptan las velocidades de los engranajes. Pueden ser Manuales ó Automáticas.

4.1.1. CAJAS DE CAMBIO MANUALES

El engrane se realiza de forma manual a elección del conductor del vehículo.

Las condiciones de lubricación que se dan en la caja de cambio son de capa límite debido a la combinación de choque y deslizamiento unido a alta carga como características de funcionamiento de la caja.

El mecanismo de acción del lubricante se realiza mediante los aditivos extrema presión que protegen a la superficie metálica del engranaje a fin de preparar una superficie sobre la que agarrar fuertemente los radicales de las moléculas evitando los contactos metal con metal.

Los aceites para este tipo de transmisiones deben reunir las siguientes características:

- **Viscosidad adecuada:** por un lado elevada para hacer frente a las condiciones de lubricación en capa límite. Por otra parte deberá ser lo suficientemente fluído en frío para garantizar el desplazamiento de los mecanismos de engrane. Esta viscosidad se mide según la escala SAE de transmisiones.
- **Propiedades Extrema presión (EP)** elevadas a fin de evitar el contacto del metal con metal.
- **Propiedades anticorrosivas,** antiherrumbe y antiespumantes.



- **Compatibilidad con juntas.**
- **Aditivos EP** adecuada según Norma API.

NORMA API

API GL 1	<ul style="list-style-type: none"> • Sin aditivos EP • Servicio poco severo
API GL 2	<ul style="list-style-type: none"> • Sin aditivos EP • Condiciones de servicio más severas
API GL 3	<ul style="list-style-type: none"> • Poca cantida aditivos EP • Aplicable en engranajes cónicos
API GL 4	<ul style="list-style-type: none"> • Media extrema presión • Aplicable para engranajes hipoides
API MT-1	<ul style="list-style-type: none"> • Nuevo nivel de calidad para transmisiones • No es un nivel superior a API GL5 • Similar a API GL4 pero con mejor estabilidad térmica. • Nivel de calidad para cajas de cambio manual, que trabajen en servicios muy severos.
API GL 5	<ul style="list-style-type: none"> • Extrema presión
	<ul style="list-style-type: none"> • Para las condiciones más severas

4.1.2. CAJAS DE CAMBIO AUTOMATICAS:

La base de funcionamiento es la misma que en el caso de las cajas cambio manuales pero con una selección de engranaje realizada automáticamente en función de las resistencias exteriores, las revoluciones del motor. El aceite además de actuar como aceite de engranajes, actúa como hidráulico en el convertidor, a modo de embrague.

Los aceites para transmisiones automáticas se denominan ATF (automatic Transmission Fluid). Sus funciones principales son:

- Lubricar la caja de cambios
- Transmitir energía en el convertidor de par
- Facilitar el cambio de marchas automático
- Eliminar calor

Las características que deben reunir los fluidos para cumplir estas misiones son:

- Índice de viscosidad elevado y estable
- Propiedades anti-espuma
- Propiedades de fricción
- Compatibilidad de juntas y elastómeros.
- Resistencia a la oxidación
- Estabilidad térmica, propiedades anti-desgaste y anticorrosivas.



ESPECIFICACIONES

No existen para estos lubricantes normas API, ni militares, únicamente hay normas de construcción (General Motors, Ford). Las principales normas son:

General Motors: Tipo A Sufijo A
Dexron B (Dexron y Dexron Y)
Dexron II
Dexron C
Dexron II-C (La más común en la actualidad)
Dexron II-E
Dexron III

FORD: M2C-33-A/B/C/D
M2C-33-F/G
M2C-138-A
M2C-138-CJ
M2C-166-H
M2C-186-A

4.2. -DIFERENCIALES

El diferencial es un mecanismo que recibe el movimiento de la caja de cambio por el árbol de la transmisión y que lo reparte a las dos ruedas del eje según las necesidades de caja una de ellas. Presentan el inconveniente de que cuando una de las ruedas pierde motricidad, esta recibe todo el movimiento del diferencial, por lo que el vehículo queda atascado. Es por esto que se ha desarrollado el diferencial autoblocante, el cual mediante unos satélites bloquea el efecto del diferencial cuando no de los ejes gira a un % de vueltas determinado mayor que el otro eje.

Es el órgano más solicitado en lo que respecta a severidad del trabajo para los engranajes debido a que en ellos se realiza la conversión del par mediante engranajes del tipo hipoide. Requieren viscosidad adecuada y aditivación EP de grado GL-5.

Los diferenciales autoblocantes reciben el mismo tipo de lubricación, pero además requieren de aditivos limitadores del deslizamiento (LS: Limited Slip).

5-ACEITES HIDRÁULICOS



Los fluidos hidráulicos tienen su origen como aceites de transmisión de potencia en circuitos hidráulicos, los cuales tienen su aplicación debido a la versatilidad que proporcionan dada la amplia gama de movimientos que pueden llegar a realizar, con una transmisión de potencia que puede variar desde valores bajos a muy altos.

En el circuito hidráulico se cuenta como componentes básicos de una bomba, encargada de convertir la energía mecánica en energía hidráulica a inferir al fluido de un caudal presión y actuadores que pueden ser lineales (cilindros) ó rotativos (motores) que tienen por misión convertir la energía recibida del fluido en energía mecánica.

Así, las ventajas que se obtienen con el empleo de la hidráulica, son:

- Velocidad variable, actuando sobre el caudal
- Reversibilidad
- Protección a las sobrecargas
- Tamaño reducido
- Bloqueado del sistema

Como medio transmisor de energía se usan los aceites hidráulicos que presentan como ventajas su poca compresibilidad y su tendencia a tomar caminos de menor resistencia, siendo la presión establecida en el sistema generada por la carga de trabajo y proporcional a ella.

5.1- BOMBAS

Las bombas empleadas en la transmisión de potencia han de ser de desplazamiento positivo, lo que implica que éstas darán caudal constante. Su objetivo, es dar el caudal y garantizar éste sea cuales sean las resistencias exteriores, por lo que la presión en el fluido será función de la magnitud de estas.

5.2- PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO

Los principales parámetros que habrá que tener en cuenta en un circuito hidráulico en los que respecta a su funcionamiento serán:

Temperatura de funcionamiento

La temperatura a la que se encuentren en funcionamiento el circuito hidráulico tiene una decisiva importancia en la respuesta posterior que se obtenga del mismo ya que ésta influye directamente sobre las propiedades físico-químicas del fluido.

Viscosidad



La viscosidad del fluido tendrá que ser controlada, ya que afecta a las propiedades de fricción del fluido, al funcionamiento de la bomba, la cavitación, el consumo de energía, y la capacidad de control del sistema.

Compatibilidad

Tiene gran importancia la compatibilidad del fluido con las juntas de cierre, y los metales, así como ejercer una real protección contra la corrosión de los metales, siendo el cobre uno de los más importantes por actuar como catalizador.

Velocidad de respuesta

De ella depende la precisión de los movimientos de los mecanismos incluidos en el equipo. Depende de la viscosidad y de sus características de incompresibilidad.

La combinación de estos parámetros permiten al fabricante del equipo definir las principales características que deberá tener un equipo para ser el más adecuado en el circuito.

5.3.- CARACTERISTICAS DE LOS FLUIDOS HIDRÁULICOS

VISCOSIDAD

La viscosidad del aceite deberá ser la adecuada a la definida como óptima por el fabricante del equipo, ya que si ésta varía hacia una viscosidad más alta ó baja tendríamos las siguientes ventajas y desventajas.

VENTAJAS

VISCOSIDAD ALTA	VISCOSIDAD BAJA
Mejor lubricación	Menor pérdida de carga
Lubricante más estable	Mejor arranque en frío
Mejor respuesta dinámica	Menor fricción interna
Transmite mayor potencia	Ausencia de cavitación

DESVENTAJAS

VISCOSIDAD ALTA	VISCOSIDAD BAJA
Respuestas lentas	Mayores fugas internas



Cavitación en bombas Problemas en frío Mayores pérdidas de carga en el circuito Mayor fricción interna	Menor potencia transmitida Peor lubricación
---	--

Como vemos, sería ideal que la viscosidad del circuito se mantuviera constante porque de esa manera la característica inicial del aceite garantizaría un funcionamiento homogéneo del sistema.

Realmente, las características hacen que la viscosidad del aceite sea un compromiso claro entre las ventajas y desventajas que presentan las viscosidades altas y bajas.

La viscosidad en los aceites hidráulicos está normalmente tabulada por la escala ISO de viscosidades.

5.4- OTRAS PROPIEDADES:

Además de las enunciadas, a un aceite hidráulico se le deberán pedir, además las siguientes características:

- Índice de viscosidad
- Estabilidad frente al cizallamiento
- Baja compresibilidad
- Buen poder lubricante
- Inerte a materiales y juntas
- Buena desaireación
- Propiedades antiespuma
- Demulsionabilidad

5.5.-CLASIFICACION DE LOS ACEITES HIDRÁULICOS

La clasificación de fluidos hidráulicos más extendida es la ISO- 6743/4, que detallamos a continuación.-

ISO HH – Aceite mineral no inhibido

ISO HL– Aceite mineral inhibido con anticorrosivos y antioxidantes.

ISO HM – Aceite con aditivos antidesgastes (HLP según la norma DIN 51524 2º Part)

ISO HV – Aceite HM con mejorador de índice de viscosidad.

Dentro de cada de las distintas clasificaciones mencionadas, los distintos fluidos vendrán definidos en su aplicación por la viscosidad adecuada medida en escala ISO, tal y como vimos anteriormente.

6.- LIQUIDOS DE FRENOS



Frenar un vehículo consiste en transformar la energía cinética que adquiere al ser una masa en movimiento en otro tipo de energía, que puede ser calor (frenos convencionales) ó energía eléctrica (frenos eléctricos).

El líquido de frenos es un fluido hidráulico que tiene por misión transmitir la fuerza generada en el pedal del freno hasta las pinzas que comprimen las pastillas de freno contra los discos.

Normalmente, en los sistemas de frenos por zapatas ó en los frenos de disco la transformación de la energía cinética del vehículo es a energía calorífica, lo que se produce por la fricción entre las pastillas y el disco. Este calor tiene que ser disipado a la atmósfera por radiación, lo que se consigue gracias a los flujos aerodinámicos del vehículo en movimiento, pero parte de este calor es transmitido a través de los distintos componentes del sistema de freno hasta el líquido de frenos, el cual aumentará su temperatura a fin de disipar calor.

Si la temperatura que alcanza el líquido de frenos es muy alta (constantes frenadas) éste puede alcanzar la temperatura de ebullición, con lo que se formarían burbujas de la fase gaseosa del líquido de frenos. En este punto no podríamos frenar el vehículo, ya que la fuerza realizada en el pedal se emplearía en comprimir el vapor del líquido de frenos.

Para evitar este efecto, los líquidos de frenos son sustancias sintéticas de alto punto de inflamación, pero tienen el inconveniente de ser higroscópicas, es decir absorbedoras de la humedad. Al absorber humedad, el punto de ebullición del líquido baja drásticamente.

Se distinguen así dos puntos de ebullición fundamentales, el seco y el húmedo, con una cierta cantidad de agua en el fluido.

Las propiedades que se requieren serán:

- Alto punto de ebullición seco
- Alto punto de ebullición húmedo
- Estabilidad térmica
- Propiedades lubricantes
- Compatibilidad con juntas, cauchos, elastómeros...
- Compatibilidad con los fluidos de frenos de su categorías.

6.1.- CLASIFICACIONES

La clasificación más extendida es la NHTSB (National Highway Safety Bureau, Department of Transportation), DOT 3,4 y 5.

Esta norma establece diferencias los DOT 3 Y DOT 4 en lo que respecta a los puntos de ebullición húmedos, partiendo del mismo punto de ebullición seco.

Así, si el punto de ebullición seco para ambos es 265 °C, el húmedo será de 185°C para el DOT 4 y 150°C para el DOT 3.



Los DOT 5 son diferentes en cuanto a su composición a los DOT 3 y 4 y su principal característica es su alto punto de ebullición húmedo. Requieren de circuitos de frenos especiales, y son los más usados en competición.

Destacar que un circuito de frenos sólo puede utilizar el líquido de frenos para el que está diseñado, así si un vehículo requiere nivel DOT 3 ó 4, bajo ningún concepto se deberá montar ó utilizar un DOT 5.

Los sistemas de ABS no requieren de líquidos específicos, siendo los amparados bajo las normas DOT los líquidos a utilizar, en función de la exigencia del fabricante.

La legislación española exige que los fluidos de frenos deberán estar homologados bajo norma UNE para su comercialización, mediante certificación por el INTA, según:

UNE 26.90.78 – Líquidos de frenos minerales

UNE 26.071.78- Líquidos sintéticos par servicio normal.

UNE 26.106.77 – Líquidos sintéticos servicio severo (A)

UNE 26.072.77 – Líquidos sintéticos servicio severo (B)

UNE 26.109.88 – Líquidos sintéticos servicio severo (C)

Por último, el líquido de frenos tiene un período de vida útil en óptimas condiciones, por lo que se debe cambiar al menos cada 2 años.

6.2.- LIQUIDOS DE FRENOS DE BASE MINERAL (LHM)

Son fluidos que se destinan principalmente a sistemas centralizados, en los que por ejemplo, se use el fluido para el embrague, servodirección, suspensión, frenos...

Tienen la ventaja de no ser higroscópicos, pero presentan un peor comportamiento en frío.

7- FLUIDOS REFRIGERANTES

En los motores de combustión se genera calor por dos vías principales:

- Por la combustión
- Por el rozamiento

En estos procesos se pueden alcanzar temperaturas muy altas que de no ser controladas pueden conducir al agarrotamiento ó gripado del motor.

La disipación de este calor se realiza a través del circuito de refrigeración, que puede ser por aire o líquida.

En el circuito de refrigeración líquida, se hace circular el líquido mediante una bomba. Este líquido entra en contacto con las partes más calientes del motor adquiriendo parte del



calor que estas despiden. Posteriormente el fluido evacuará al exterior este calor en el radiador.

No sólo hay que proteger el motor frente a las altas temperaturas, sino que debe de proteger a los vehículos expuestos a bajas temperaturas, evitando la expansión de la masa líquida por congelación de la misma.

Para evitar estos fenómenos se emplean mezclas de agua con etilenglicol, obteniéndose un producto que, en función de la concentración, disminuye el punto de congelación y aumenta el de ebullición.

El líquido refrigerante ó “anticongelante” es pues un fluido que evita la congelación y evita la ebullición, pero además protege frente a la corrosión gracias a los aditivos que lleva para cumplir esta misión.

Es pues necesario su uso todo el año, y como cualquier fluido debe ser renovado al menos una vez cada dos años máximo.

Para garantizar la concentración necesaria de aditivos anticorrosivos, la dilución de anticongelante puro en agua no debe ser menor del 25%, obteniéndose el mejor resultado para el 35%.

8-GRASAS

8.1. DEFINICION Y COMPOSICION

Son productos de consistencia semisólida que se obtienen por dispersión de un agente espesante en un líquido lubricante. Pueden incluir aditivos.

Las grasas se usan como lubricantes, bajo condiciones en las cuales no sería conveniente utilizar aceites, algunas de las cuales exponemos a continuación:

- Altas cargas de rodadura y choque
- Bajas velocidades de rotación
- Temperaturas extremas
- Limpieza de uso ó supresión de salpicaduras
- Mínima atención
- Sellado a contaminantes externos.
- Grandes holguras en rodamientos.

Los ácidos grasos que forman la mayoría de las grasas son polares y producen una adherencia fuerte al metal, aún bajo altas cargas.

En algunos tipos de industrias (textiles, alimentarias,...) es esencial que el lubricante no contamine los productos.

Otro tipo de aplicación es, por ejemplo, en lugares que requieren lubricación constante con mínima atención (bujes de ruedas de coche y camiones, etc).

Se componen de un aceite mineral ó sintético, que es el agente lubricante y un agente espesante de naturaleza orgánica, organometálica e inorgánica. Las partículas del espesante forman una red tridimensional adherente, lo que confiere estabilidad a las grasas,



diferenciándolas de las pastas lubricantes a base de sólidos pulverulentos (como grafito ó bisulfuro de molibdeno).

8.2. ACEITES BASE

El aceite base, que representa un 80% de media de la masa total de la grasa, confiere a ésta gran parte de sus propiedades.

Así, grandes viscosidades del aceite base reducen las pérdidas por evaporación y mejoran las propiedades de adhesión y anticorrosivas, supresión de ruidos y resistencia al agua. Ahora bien, viscosidades elevadas representan problemas de bombeabilidad (sistemas centralizados de engrase) y ofrecen un mal comportamiento a bajas temperaturas.

Asimismo, la estabilidad a la oxidación y la temperatura de descomposición del aceite base, limita la temperatura de servicio y la vida media de la grasa, en cuanto a su comportamiento antifricción en cojinetes.

También la naturaleza del aceite base influye en la separación de aceite en la grasa, su estabilidad estructural, el poder de espesamiento, etc.

Los aceites base pueden ser:

- Minerales
- Sintéticos

8.3.-ADITIVOS

Se incluyen en la composición de las grasas con el objeto de mejorar sus propiedades, tales como la adherencia, resistencia a la oxidación y a la corrosión, resistencia a la formación de barros, mejora del índice de viscosidad, condiciones de extrema presión, propiedades antidesgaste, resistencia al agua, etc...

8.4. AGENTES ESPESANTES

Son los encargados, entre otras funciones, de proporcionar el soporte para el aceite base en el seno de la grasa.

No confieren propiedades lubricantes, que son aportadas exclusivamente por el aceite base, aunque si intervienen en otras, tales como:

- Estabilidad mecánica
- Resistencia al agua
- Punto de gota
- Penetración
- Consistencia



Se distinguen dos tipos generales de agentes espesantes, según su naturaleza química:

- Jabonosos: obtenidos mediante reacción química (los más habituales).
- No jabonosos: obtenidos por dispersión

Los agentes espesantes de naturaleza jabonosa se obtienen mediante la reacción química denominada saponificación, entre un ácido orgánico y un hidróxido metálico, que da lugar a una sal orgánica denominada jabón.

La naturaleza química del agente espesante define los distintos tipos de grasa.

8.5.-TIPOS DE GRASAS según la naturaleza química del agente espesante.

Se clasifican en 3 grandes grupos:

Grasas de jabones simples y mixtos

Dentro de éstas, están las grasas de jabones de calcio, litio, sodio, aluminio, bario y de jabones mixtos (obtenidas al saponificar un ácido graso simultáneamente con dos hidróxidos metálicos).

Grasas de jabones complejos

Obtenida por saponificación de dos ácidos grasos de diferente longitud ó peso molecular, con un solo hidróxido metálico. Dentro de este grupo de sitúan las grasas complejas de calcio, aluminio, litio, sodio y bario.}

Grasas de base no jabonosa

Se obtienen por dispersión de compuestos orgánicos ó inorgánicos, en el seno de un líquido lubricante. Utilizando lubricantes sintéticos, se consiguen grasas de aplicación a muy elevadas temperaturas.

8.6.-PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS Y ENSAYOS

Punto de goteo.

Temperaturas a la que la grasa pasa del estado semisólido a líquido, bajo ciertas condiciones, es decir, temperatura a la que la grasa suelta la primera gota de aceite.

Consistencia



Representan la dureza de la grasa. Así, una grasa con poca consistencia es blanda, mientras que una muy consistente es dura. Esta propiedad se mide con el ensayo de penetración.

Penetración

Se mide por la escala NLGI (National Lubricating Grease Institute), que va desde el 000 (muy blanda) al 6 (muy dura). Estos grados se definen por un margen de valores de penetración, medidos en las condiciones descritas por un ensayo ASTM – D217. Lógicamente, a mayores valores de penetración, menor consistencia de la grasa.

Cuando se mide la penetración en una muestra de grasa a la que se ha sometido a cierto trabajo mecánico el valor obtenido se conoce como penetración trabajada (W). Normalmente, dicho trabajo consiste en 60 golpes en equipo normalizado (60W)

Otras propiedades de las grasas

- Resistencia a la corrosión
- Estabilidad a la oxidación
- Estabilidad al almacenamiento
- Tendencia a pérdidas de aceite
- Resistencia al agua
- Estabilidad mecánica
- Resistencia a la carga y al desgaste
- Resistencia a pérdidas por evaporación
- Bombeabilidad
- Comportamiento a bajas temperaturas

Para mayor información, por favor dirigirse a Gulf Oil Argentina S.A.
Liniers 247 (B1752 DCE) Lomas del Mirador. Buenos Aires Argentina
Tel/Fax: (54-11) 4699-2000
www.gulfoil.com.ar
www.gulfoilltd.com

La información suministrada en la presente es la más actualizada a la fecha de edición. Gulf Oil Internacional ni sus subsidiaria no son responsables en el uso de la información contenidos en la presente.