
	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Portada
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	




# LA LUBRICACIÓN EN LOS CUATRO TIEMPOS

	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Indice
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	

## Indice:

- 1 Necesidad de la lubricación (pág 1)
  - Tipos de rozamientos
    - Rozamiento seco.
    - Rozamiento fluido.
    - Rozamiento semi-fluido.
- 2 Lubricantes usados en los cuatro tiempos. (pág 3)
  - Definición
- 3 Funciones de los lubricantes (pág 3)
  - Composición de los lubricantes
  - Aditivos
  - Propiedades físico-químicas
    - Viscosidad
    - Detergencia TBN
  - Clasificación de los aceites por su origen
  - Clasificación de los aceites por su utilización
- 4 Aceites para motores de combustión (pág 9)
  - Aceites para los motores Otto
  - Aceites para los motores diesel
- 5 Sistemas de lubricación en los cuatro tiempos (pág 16)
  - Por barboteo
  - Por presión
  - Por carter seco
- 6 Reciclaje del aceite usado (pág 21)

	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 1 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	

## **NECESIDAD DE LA LUBRICACIÓN**

La función principal de la lubricación es reducir por aplicar un aceite lubricante, el rozamiento entre las piezas del motor que deslizan unas sobre otras. Además de esto, el aceite tiene la misión de refrigerar las partes del motor que no pueden ceder su calor directamente al líquido refrigerante o al aire de refrigeración.


Por otra parte, contribuye también a la estanqueidad de las piezas deslizantes (por ejemplo, entre pistones y las paredes del cilindro). Y además, el aceite limpia el motor llevándose partículas de abrasión y depósitos de residuos de la combustión. El agente lubricante, por efecto de aditivos especiales, protege además las piezas del motor contra la corrosión. Por último, la película de aceite lubricante actúa como amortiguador.

El aceite debe engrasar, refrigerar, obturar, limpiar, proteger de la corrosión y amortiguar los ruidos de los mecanismos del motor. Clases de rozamiento de deslizamiento. Cuando dos cuerpos sólidos (por ejemplo pistón y cilindro) se deslizan entre sí, aparece rozamiento. Este es tanto mayor cuanto más fuerte sea el contacto de los cuerpos y más ásperas sean sus superficies de contacto.

Si se estudia, fuertemente ampliada, la superficie de un cuerpo, se pone de manifiesto que a pesar de lo muy finamente que puedan estar trabajadas las superficies existen en ella surcos y crestas que hacen que el cuerpo tenga aspecto áspero

Rozamiento seco: este tipo de rozamiento se produce cuando las dos superficies están directamente en contacto. Las fuerzas de rozamiento serán más fuertes cuando:

- Más fuerte sea la presión de una pieza respecto a otra.
- Más rugosas sean las superficies en contacto.

	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 2 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	

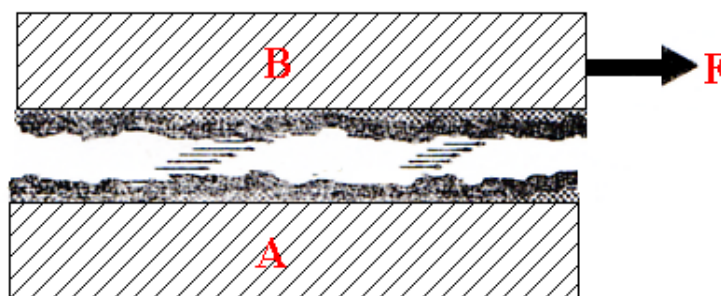
El rozamiento seco produce una fricción directa de las asperezas de las superficies. Mas o menos rápidamente, según las condiciones de trabajo, se produce un calentamiento intenso localizado en las picos de la asperezas. Este alto calentamiento puede traducirse en una fusión parcial de las piezas y producir su gripado. Para todas las piezas en funcionamiento el rozamiento seco no es evidentemente aceptable.

Dependiendo del deslizamiento aparecen varios tipos de rozamiento:


Rozamiento fluido: Se caracteriza por la presencia permanente entre las superficies de una película de lubricante (aceite o grasa) suficientemente espesa par evitar el contacto metal sobre metal.

- La resistencia al deslizamiento es ahora menor.
- La elevación excesiva de temperatura no se produce.

El riesgo de fusión y gripado de las piezas queda así eliminándola. Este aceite insertado entre las dos superficies esta formado por varias capas de moléculas de aceite análogas a una pila de naipes. Consideramos dos superficies A y B engrasadas por una película de aceite y que la pieza B se desplaza en sentido F, siendo la pieza A la fija.



La pieza B arrastra el aceite en su movimiento, mientras que la pieza A lo remite. Las moléculas de aceite superpuestas se desplazan gradualmente deslizando unas sobre otras. Este deslizamiento de las moléculas es

	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 3 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	

comparable al deslizamiento de los naipes de una baraja. Las piezas sometidas continuamente a estas condiciones no sufren apenas desgaste: se dice que el engrase es perfecto.

- Rozamiento semi-fluido: Se presenta allí donde a pesar de la lubricación no puede formarse película de aceite coherente y uniforme en los movimientos de vaivén. Nos da un engrase untoso. Este tipo de rozamiento se produce entre las paredes del cilindro y los segmentos.

## **LUBRICANTES USADOS EN MOTORES DE 4 TIEMPOS**

### **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 o el bisulfuro de molibdeno.


Se utilizan principalmente en aquellas condiciones en donde los lubricantes líquidos son incompatibles ó 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 automoción 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.

### **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 óptimas condiciones durante mucho tiempo. Entre estas otras funciones, cabe destacar las siguientes:

	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 4 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	

1. *Refrigerante*
2. *Eliminador de impurezas*
3. *Sellante*
4. *Anticorrosivo y antidesgaste*
5. *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).

- Eliminación de impurezas:

El lubricante debe eliminar por circulación éstas impurezas siendo capaz de mantenerlas en suspensión en su seno y llevarlas hasta los elementos filtrantes apropiados.

- Anticorrosivo y antidesgaste:


Los lubricantes tienen propiedades anticorrosivas y reductoras de la fricción y el desgaste naturales, que pueden incrementarse con aditivos específicos para preservar de la corrosión diversos tipos de metales y aleaciones que conforman las piezas y estructuras de equipos o elementos mecánicos.

- Sellante:

El lubricante tiene la misión de hacer estancas aquellas zonas en donde puedan existir fugas de otros líquidos o gases que contaminen el aceite y reducen el rendimiento del motor.

- 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

	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 5 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	

sistema.

## **COMPOSICION DE LOS LUBRICANTES.**

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

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

### **ADITIVOS**


Los aditivos son sustancias químicas que, en pequeñas cantidades, se añaden a los aceites para proporcionarles o incrementarles propiedades de las que se encuentra deficitario y de la misma forma suprimir o reducir sus características perjudiciales.

Los aditivos pueden dividirse en 2 grupos, según los efectos que producen:

- Inhibidores: Destinados a retardar la degradación del aceite actuando como detergentes dispersantes antioxidantes y anticorrosivos.
- Mejoradores de las cualidades básicas físicas: Índice de viscosidad, punto de congelación, etc.

Dentro de los aditivos y sus funciones tenemos los siguientes:

- Detergentes
- Dispersantes

	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 6 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	

- Antidesgaste
- Antioxidantes
- Anticorrosivos
- Antiespumantes

## **PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS**

### **VISCOSIDAD**

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

No hay que confundir términos de untuosidad o 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 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**.

### **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



	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 7 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	

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 gasóleo, 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.

#### • TTBN: últimas tendencias:


Históricamente, y debido al elevado contenido en azufre de los gasóleos, 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.

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.

## **CLASIFICACION DE LOS ACEITES**

### **VEGETALES**

Se obtienen de semillas y frutas de algunas plantas, refinándolas antes de su uso. Entre los aceites vegetales, el aceite de ricinio se utilizó en motores de competición, por sus óptimas propiedades untuosas y su elevada viscosidad a

	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 8 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	

temperaturas elevadas. Su principal defecto es su fácil capacidad de oxidarse, produciendo compuestos que corroen la superficie donde se depositan.

## **MINERALES**

Se obtienen por destilación a presión reducida de las fracciones menos volátiles del crudo y por sucesivas purificaciones.

Generalmente, los lubricantes se mejoran con aditivos que son sustancias químicas sintéticas que aseguran su estabilidad frente a los oxidantes y que les confieren propiedades antidesgaste, anticorrosión, detergencia y dispersividad, y se pueden utilizar en un amplio campo de temperatura.

## **SINTETICOS**

Se obtienen generalmente de petróleo por medio de procesos fisicoquímicos particulares, para modificar la estructura molecular de sus componentes resaltándoles las características más importantes y, de este modo, obtener lubricantes a medida.

Son muy costosos, por lo que se mezclan con aceites minerales, denominándose semi-sintéticos. Cuando no se mezclan con bases minerales son sintéticos puros, empleándose principalmente en competición.


## **SEMI-INTETICOS**

Un aceite para el motor contiene aditivos de prestación ( del 15 al 20% ) y aceites base (del 80 al 85% ).

Los aceites base pueden ser:

- Minerales
- Sintéticos

Un aceite semi-sintético es el producto de la mezcla de aceites base minerales y sintéticos. Los productos semi-sintéticos contienen por lo menos el 25% de base sintética.

	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 9 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	

## **CLASIFICACION DE LOS ACEITES LUBRICANTES**


Existen dos aspectos importantes que deben considerar en la selección de un aceite lubricante. El primero es la **viscosidad**, que determina el espesor del aceite y, el segundo, la **concentración y contenido de aditivos**, que determina las condiciones de funcionamiento. De todo ello se deducen dos clases de clasificación: en función de la viscosidad y de la utilización.

### **CLASIFICACION SEGÚN VISCOSIDAD**

La sociedad americana de ingenieros del automóvil (SAE) clasifica los aceites por su viscosidad en grado SAE, correspondiendo el aceite más fluido al número mas bajo. Se establecen dos grupos perfectamente diferenciado, en función de las condiciones de medida de dicha viscosidad. En el primero de los grupos, la viscosidad se mide a temperaturas inferiores a 0º C, lo que da idea del espesor del aceite en condiciones de arranque en frío. Este grupo comprende cinco casos de viscosidad SAESW, SAE10W, SAE15W, SAE15W, SAE20W, SAE25W. La letra w es el distintivo que califica a los aceites de invierno.

En el segundo grupo, la viscosidad se mide para temperaturas superiores a los 100º C lo que da idea de la fluidez del aceite en funcionamiento en caliente del motor. Se establecen aquí cuatro clases de viscosidad: SAE 20, SAE 30, SAE 40 Y SAE 50.

Cada una de estas clases de aceite, de los grupos, considerados individualmente, se denominan aceites monogradp. Por combinación de dos o mas aceites monogrado, se obtienen los aceites multigrado que, por tanto, abarcan varias denominaciones SAE. Por ejemplo: un aceite SAE10W30 satisface a la vez las exigencias del grado SAE10W y del SAE30, lo que

	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 10 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	

supone la ventaja indudable de poder utilizarlo en una amplia gama de temperaturas ambiente comprendidas entre -10° C y 30° C.

## CLASIFICACION SEGÚN UTILIZACION

El lubricante utilizado debe ser adecuado a las condiciones de trabajo para conseguir un optimo rendimiento con un mínimo desgaste. Pensando en el tipo de utilización del motor se estableció, en principio, una clasificación de los aceites agrupándolos en los tipos siguientes:

- **Aceite regular:** que es el normal puro sin aditivos de ninguna clase, obtenidos de la destilación del petróleo bruto. Presenta un inconveniente de que su viscosidad varía enormemente con la temperatura.


- **Aceite Premium:** contiene aditivos para hacerlo mas resistente a la corrosión u la oxidación. Estos aceites son idóneos para ser utilizados en motores que trabajan en condiciones de servicio más severas de lo normal.

- **Aceite detergente:** que posee características de estabilidad a la oxidación, resistencia a la corrosión y fundamentalmente, propiedades detergentes y dispersantes, lo que les hace idóneos para utilizarlos en motores de gasolina o diesel que trabajen en condiciones de servicio muy severas. Se denomina este aceite con las siglas HD. Ejemplo: SAE 30HD.

En la actualidad, el sistema normalizado de clasificación de los aceites atendiendo a su utilización, es el sistema API (American Petroleum Institute), que clasifica a los aceites utilizando las siglas “C” de comercial, originalmente para motores diesel y “S” de servicio, en principio para motores de gasolina.

Las categorías vigentes son para gasolina SH (1996), SJ (1997) y SL (2001), y para diesel CF-2, CF-4, CG-4, CH-4, y CI-4, especialmente formulado para vehículos con EGR.

También se utilizaba hace unos años, la clasificación de los aceites correspondientes al comité de constructores de Automóviles del Mercado

	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 11 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	

Común (CCMC), que esta mejor adaptada a las especiales características de los motores de pequeña cilindrada utilizados en Europa.

En los motores de gasolina se utilizan aceites de calidades CCMC-GZ y CCMC-G3, mientras que en los diesel se utilizan las calidades CCMC-PD1, CCMC-PD2, CCMC-PD3, según las características y utilización del motor.

También se utiliza en la actualidad, la clasificación de los niveles ACEA (Asociación de constructores Europeos de Automóviles).

Para motores de gasolina se utilizan:

-ACEA A1: buena calidad, estabilidad al cizallamiento y ahorro de combustible.

-ACEA A2: reduce la oxidación.

-ACEA A3: máxima calidad, reducción del desgaste, oxidación. Baja volatilidad.

-ACEA A4 destinada a motores de inyección directa de gasolina.

Para motores diesel se utilizan:

-ACEA B1

-ACEA B2 Las características son idénticas a sus correspondientes en gasolina

-ACEA B3

-ACEA B4

Para motores Diesel de servicio pesado se utilizan:


-ACEA E1

-ACEA E2

-ACEA E3

-ACEA E4

Como norma general se puede decir que las numeraciones bajas son para motores de uso geneérico, y las categorías medias y altas son aceitas de mayor calidad para condiciones de funcionamiento más exigentes.

	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 12 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	

La categoría 5 cataloga los aceites de última generación, con los que se consigue alargar los periodos de mantenimiento.

## **ACEITES PARA MOTORES DE COMBUSTIÓN**

### **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 los 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.

#### **a) *Aumento de la potencia específica.***

Los motores de ésta 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.

Otro fenómeno muy representativo es la formación de barros negros o “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 culata o distribución.

Éste fenómeno se produce en los motores que realizan pocos kilómetros diarios, dado que el corto intervalo de tiempo que hay entre la arrancada y la

	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 13 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	

parada del motor no permite que el aceite pueda dispersar todos los residuos que puedan haber en el cárter. 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.

### **b) *Aerodinámica.***

El menor rozamiento de la carrocería en el aire cuando el vehículo va circulando permite a este alcanzar mayores velocidades y por lo tanto el motor girará también a mayores revoluciones.


Las mejoras aerodinámicas suponen que el vehículo corte el aire formando minimizando turbulencias. De esta manera los flujos de aire por el interior del vehículo se han disminuido sensiblemente, con lo que el intercambio calorífico de las distintas partes del motor es menor y hace que el aceite trabaje en ciertas zonas a mayor temperatura.

Estos 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.
- **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.

### **c) *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.

	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 14 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	

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

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

- **Lubricar**, ya que éste elemento tiene unas excelentes propiedades lubricantes siendo fundamental 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”.

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 la lubricación la ausencia de plomo en la gasolina.


## 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 del gasóleo 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:



	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 15 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	

- 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.

#### **a) Protección del equipo:**


El origen de las partículas contaminantes es muy diverso: degradación térmica de 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, barros y lodos, en zonas frías, o 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.

- Niveles de calidad: para los motores diesel la clasificación se divide en 2 grupos, según el servicio al que estén destinados los motores:

- B: diesel ligero
- E: diesel pesado

	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 16 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	

## **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 potenciadas

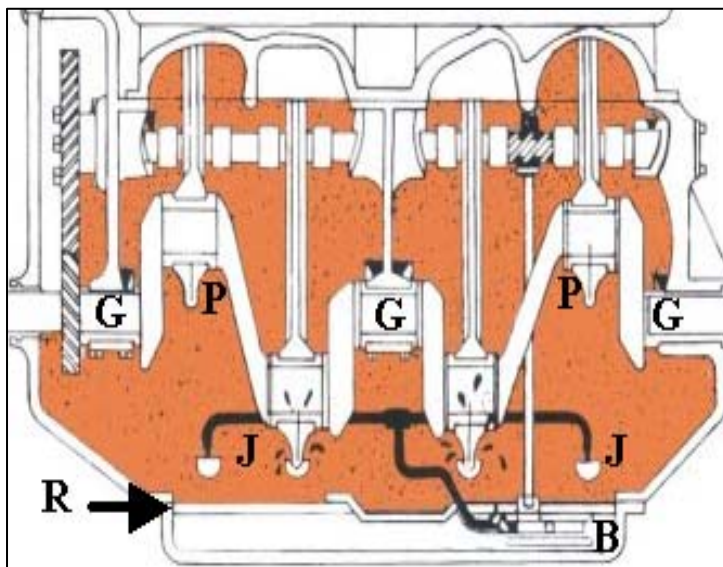
## **SISTEMAS DE LUBRICACION DE 4T**

- **Lubricación por barboteo :**

La bomba B, situada como casi siempre en el fondo del cárter y sumergida en la masa de aceite, eleva éste por los tubos dibujados hasta las bandejas, J, una debajo de cada biela, donde el nivel resulta constante aunque varíe el de la masa del cárter.

	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 17 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	

La cabeza de biela lleva la cucharilla K, de modo que con ella se asegura su engrase y al mismo tiempo salpica en todas direcciones el aceite, formándose en el interior del cárter una espesa niebla que moja abundantemente las paredes; en éstas hay ranuras inclinadas y canales donde




se recoge el aceite que resbala y se hace llegar a los pocillos P, donde, por agujeros en su fondo, para engrasar los cojinetes G del cigüeñal, del árbol de levas, engranajes, etc. Las paredes del cilindro se lubrican, como en todos los sistemas, por la niebla aceitosa, y a veces el pie

de biela por un orificio al que cae el aceite que gotea del nervio interior del pistón. El aceite que regresa al cárter puede pasar por una rejilla R (Fig. 2), que además de colarlo y separar las materias gruesas que pueda llevar, frena los vaivenes del aceite provocados por la marcha del coche.

- **Lubricación por presión:**

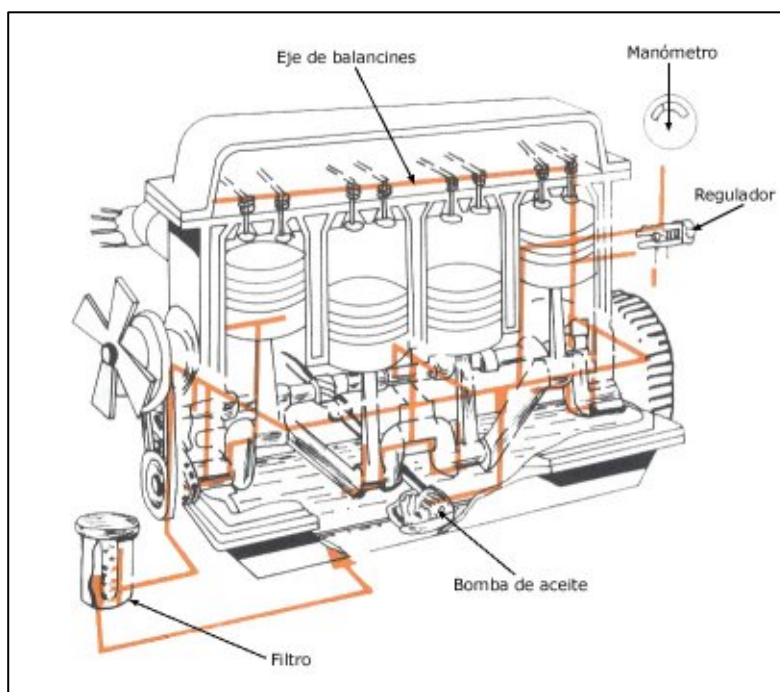
Es el sistema generalmente usado. Su fundamento se expone esquemáticamente en la figura 4. La bomba M aspira el aceite del cárter a través de un flotador con colador sumergido C, y lo envía a presión al filtro F, de donde sale depurado a la galería de reparto G.

Desde ésta pasa por unos tubos a lubricar los apoyos del cigüeñal A (el motor es un seis cilindros con siete cojinetes) y el aceite sobrante sigue por conductos practicados en los codos del cigüeñal a las cabezas de biela B.

	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 18 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comfop
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	


Desde G, otros tubos tipo- 2 llevan lubricante a los apoyos del árbol de levas L; el que rebosa del delantero chorroa sobre el engranaje o cadena de la distribución. Con balancines tipo cazoleta, la galería G da paso a los taqués aceite que sube por el interior de los empujadores huecos E y pasa a la cazoleta del balancín Z, aceite que rebosa por la otra punta de Z y lubrica guías de válvulas, etc. El sobrante cae por S al engranaje que, en el árbol de levas, da movimiento a la bomba M (aldelco o distribuidor del encendido).

El lubricante rebosa por los bordes de todos los apoyos adonde llega a *FIGURA 4\_esquema de la lubricación forzada presión*; el movimiento de las bielas y codos lo salpica formando la densa niebla aceitosa que engrasa el resto del motor. Las paredes de los cilindros y la parte interior de los émbolos (para que llegue al



bulón de pie de biela) se lubrican expresamente con el aceite que sale escupido a presión por los orificios (Fig. 5) adecuadamente orientado para ello. Este chorrito no es continuo, sino que se produce en el momento oportuno al coincidir el orificio del cigüeñal con el del conducto que tiene un circuito por dentro del bloque, (no mostrado en la figura).

En un sistema de engrase a presión, se debe utilizar una bomba que ponga en circulación al aceite. Hay varios tipos, siendo una de las más usadas, la bomba de engranajes representada en la imagen siguiente.

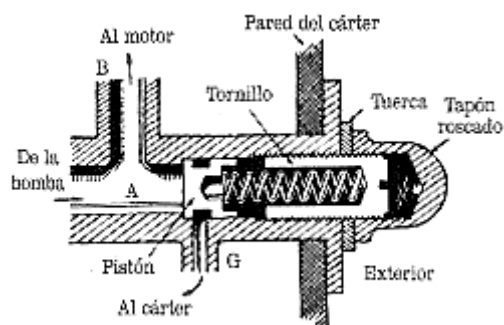
	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 19 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	



Ultimamente también se usa la bomba de rotor, movida directamente por el cigüeñal en el lado de la distribución, y con la que se consigue un buen caudal de aceite desde bajas revoluciones del motor.




A la salida de la bomba se dispone la válvula de descarga, cuya misión es limitar la presión máxima de engrase. La válvula funciona de la siguiente manera; cuando la presión de la bomba es inferior a la presión del muelle, la



válvula permanece cerrada, y todo el aceite circula hacia la canalización principal. A medida que aumenta el número de revoluciones, también aumenta la presión y la válvula se abre, retornando parte del aceite al cárter. La presión de engrase, oscila entre 0,5 y 1

bar a ralentí, y de 3 a 5 bar de presión máxima.

	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 20 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	

A la salida de la válvula nos encontramos con el filtro de aceite que es el que se encarga de mantener limpio al aceite en todo momento, quitándole las impurezas de hollín, limaduras...



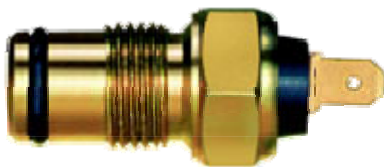
- 1 Parte protectora
- 2 Medio filtrante
- 3 Tubo perforado
- 4 Brida roscada
- 5 Junta de cartucho
- 6 Tamiz
- 7 Muelle de apoyo del cartucho

Los filtros de aceite tienen un mantenimiento, que exige su cambio cada 15000 km, o cada vez que se cambie el aceite.

Por último, en los circuitos de engrase a presión aparece un mano contacto indicador de que la presión de aceite se encuentra dentro de los valores adecuados, indicándolo por medio de un piloto luminoso que se encuentra en el cuadro de instrumentos, o a través de un manómetro, donde por medio de


una escala graduada se conoce el valor de la presión de aceite indicada en bares.

**A-19**  
Peugeot Diesel y Nafta 404/504 [todos],  
Rosca M: 18 x 1,50



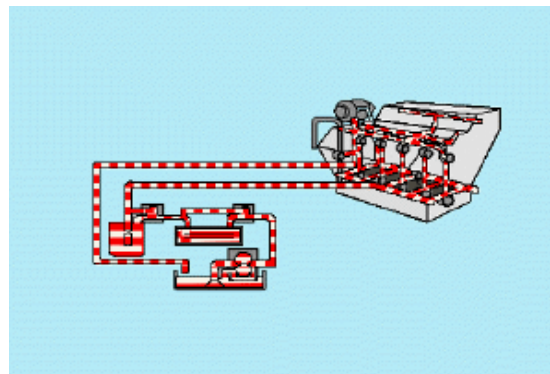
El mano contacto va atornillado al bloque en la canalización principal, a la salida del filtro, y en su interior tiene un contacto eléctrico que enciende un indicador luminoso.



	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 21 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	

- Engrase por carter seco:

En algunos casos, especialmente en motores de competición y en motos de enduro y trail, se puede encontrar una alternativa técnica en el sistema de lubricación. En este caso el depósito de aceite no es el carter motor, sino que se encuentra en el exterior, y existe una bomba de aceite que aspira el aceite desde el depósito, y a su vez envía el aceite que rebosa hacia el depósito.



Con este sistema se logra una mejor refrigeración del aceite motor y un centro de gravedad más bajo.

## **RECICLAJE DEL ACEITE USADO**


Los aceites usados son mezclas complejas y variables de infinidad de sustancias químicas.

Se estima que, por término medio, cerca del 60% de una carga de aceites usados son hidrocarburos en condiciones de reutilización como combustible o como lubricante. La parte restante está constituida por agua, combustible, compuestos metálicos, ácidos y contaminantes diversos.

Por un lado, el lubricante en servicio se degrada, se contamina y son múltiples las reacciones químicas desencadenadas por los compuestos existentes en el aditivo.

Por otra parte, la constitución de cargas de aceites usados y su almacenaje es, en general, poco racional, por lo que es frecuente su contaminación adicional (por ejemplo, con PCB, tintas, disolventes y diversos otros productos químicos).

Como contiene innumerables productos venenosos, cancerígenos, tóxicos, irritantes y no es biodegradable, el aceite usado está automáticamente clasificado como un "residuo peligroso" y como tal tiene que ser manipulado,

	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 22 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	

trasvasado, recogido, almacenado, tratado y utilizado, de acuerdo con la legislación específica.

En Portugal, la legislación aplicable se concreta en el Decreto Ley nº 88/91 y disposiciones siguientes.

Además de ser un producto de elevado riesgo para la salud, por contacto con el cuerpo humano, su vertido en la Naturaleza constituye una agresión ecológica violentísima.

Estudios eco-biológicos señalan que el contacto de un aceite usado sobre el suelo destruye la flora de tal forma que ésta sólo se recompone totalmente transcurridos 15 años. Los mismos estudios indican que el vertido de 5 litros de aceite usado sobre el agua origina la formación de una película aceitosa con diámetro de 5 kilómetros.

Los vertidos en los basureros provocan la inhibición del sistema de depuración de las estaciones de procesamiento.


La forma tradicional de reutilización de los aceites usados ha sido su quemado, aprovechando su excelente potencial energético. Sin embargo, la quema sin un pre-tratamiento que le retire las sustancias nocivas sólo agrava el problema del impacto ambiental, pues es más peligrosa la polución atmosférica provocada que la contaminación del suelo y del agua debida al vertido.

El hecho de que el aceite usado sea simultáneamente un residuo peligroso y tenga un potencial económico abre la cuestión de su utilización de un modo que sea aceptable y pueda contemplar las dos vertientes, a saber, el trasvase no nocivo y la contribución al ahorro energético de una forma rentable.

Históricamente, las actividades de recogida y reutilización eran limitadas y dominadas por pequeños empresarios sin preparación técnica ni medios para un eficaz tratamiento y, en ciertos casos, con pocos escrúpulos.

En el momento de la redacción de este documento, se estima que en Portugal se generan cerca de 80 mil toneladas por año de aceites usados. Se ha calculado recientemente que sólo cerca del 15% es recogido y tratado de



	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 23 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	

acuerdo con la Ley, sobrando cerca de 68 mil toneladas/año de vertidos a la Naturaleza o reutilizados de forma indebida.

El mercado paralelo de recogida y reutilización (sin tratamiento) de los aceites usados estuvo (¿está aún?) dominado por los llamados “chatarreros”, que recogen y revenden para la quema el aceite usado como complemento de su actividad principal, la chatarra metálica.

El incremento de las ventas de lubricantes en los hipermercados vino a acentuar la tendencia al "hágalo usted mismo" respecto al cambio de aceite por parte de los automovilistas, aumentando así el riesgo de vertidos a la Naturaleza.

El actual marco legal impone reglas que obligan a los usuarios de lubricantes y enmarcan las actividades de recogida, almacenaje y tratamiento de aceites usados, las cuales sólo se pueden desarrollar por entidades acreditadas para tales efectos.


La violación de estas reglas está castigada por una variedad de multas y penas, y el Código Penal, al incluir la figura de “crimen ecológico”, prevé la pena de prisión para los responsables de tal violación.

Las modalidades previstas para el destino de los aceites usados son su reutilización (como combustible o como aceites base re-refinados) o la incineración, ambas bajo reglas químico-ecológicas definidas.

### **Deberes del usuario de lubricantes**

Al usuario individual o colectivo de lubricantes le está prohibido cualquier vertido, siendo obligatoria su entrega a un recogedor acreditado. Cuando maneja al menos 200 litros de lubricantes al año, el usuario está obligado a tener un registro oficial de movimientos de los lubricantes nuevos adquiridos y de los aceites usados, así como de los recogedores a quien se puede realizar la entrega.

#### **- Reutilización como combustible**

	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 24 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	

Esta es la forma clásica de reutilización de los aceites usados (sucedáneo de fuel). Con el fin de que el aceite usado sea utilizado en el quemado, se le somete a un tratamiento primario para la extracción del agua de los sedimentos.

La masa resultante se somete a dos vías alternativas de control.

Si es para quemado en unidades por debajo de 3 MW, es obligatorio el control físico-químico y se establecen límites máximos para las sustancias clasificadas como peligrosas, lo cual obliga a un tratamiento químico de acuerdo con su grado de contaminación.

Si es para quemado en centrales térmicas por encima de 3 MW, se dispensa el control físico-químico de la carga, que se sustituye por un control de las emisiones gaseosas, para las cuales se establecen límites en los componentes de los residuos sólidos.

### **- Re-refinado**


Dada la elevada proporción de hidrocarburos con cadenas moleculares de los aceites base, se han producido esfuerzos esporádicos incentivados por los gobiernos de algunos países para el re-refinado y subsiguiente reincorporación de las fracciones resultantes en la composición de lubricantes.

El método clásico de re-refinado incluye el tratamiento ácido-arcilla.

El ácido sulfúrico reacciona con los contaminantes y la arcilla realiza el aclarado. Este método ha caído en desuso debido a la producción de un nuevo contaminante difícil de eliminar, a saber, los lodos ácidos provenientes del tratamiento.

Por otra parte, las proporciones de PCA y PCB resisten a este tratamiento.

Se han desarrollado nuevas técnicas de re-refinado, en concreto mediante el recurso a procesos de tratamiento con hidrógeno, propano y reactivantes no-ácidos.

	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 25 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	

Estos procesos aseguran una mejor calidad de los derivados y la formación de subproductos menos agresivos. Sin embargo, estos procesos son caros y difícilmente amortizables, por lo que su concretización ha sido muy limitada.

De forma general, el re-refinado, que llegó a tener cierto éxito en EE.UU y en algunos países europeos sobre todo en las épocas de “crisis petrolíferas”, está hoy en decadencia porque implica costos operacionales elevados que hacen de ésta una actividad poco competitiva frente al negocio de los aceites base vírgenes y por eso se está retomando la tendencia de dar preferencia a la reutilización de los aceites usados como combustible.

Señalar que Portugal no tiene, ni nunca tuvo, unidades de re-refinado de aceites usados. Los recogedores y tratadores acreditados se dedican exclusivamente a la reutilización del aceite usado como combustible.

### **- Incineración**

Esta vía destructiva se utiliza sobre todo cuando se comprueba la imposibilidad de reutilización debido a la presencia de ciertos tipos y niveles de contaminantes nocivos. Es el caso, por ejemplo, de la presencia de PCB, que sólo se destruyen satisfactoriamente mediante este proceso.

### **Tome Nota:**

El contacto de un aceite usado sobre el suelo destruye la flora de tal forma que ésta sólo se recompone totalmente transcurridos 15 años.


El vertido de 5 litros de aceite usado sobre el agua origina la formación de una película aceitosa con diámetro de 5 kilómetros.

Los vertidos en los basureros provocan la inhibición del sistema de depuración de las estaciones de procesamiento.

Legislación nacional relevante para el tratamiento de aceites usados

**Decreto Ley nº 88/91**, de 23 de febrero

Regula la actividad de almacenaje, recogida y quema de aceites usados.

	<b>I.E.S. VIRGEN DEL CAMINO</b>	Página 26 de 26
	La lubricación en los cuatro tiempos	Concurso Comforp
	Isaac Pérez- Aingeru Vázquez	

**Disposición nº 240/92**, de 25 de marzo

Aprueba el Reglamento de Acreditación de las Actividades de Recogida, Almacenaje, Tratamiento Previo, Regeneración, Recuperación y Combustión e Incineración de los Aceites Usados.

**Disposición nº 1028/92**, de 5 de noviembre

Establece normas de seguridad e identificación para el transporte de aceites usados.

**Despacho conjunto DGE/DGQA**, de 18 de mayo de 1993

Define aceites usados y las especificaciones a que deben obedecer los aceites usados que se utilizarán como combustible.