



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

LUBRICANTES Y COMBUSTIBLES

Unidad 4: Lubricantes



Ing. Christian Ismael Montaleza Guamán, M.Sc.



OBJETIVO DE LA UNIDAD



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

- ❑ Analizar el funcionamiento de los sistemas automotrices del vehículo según el desempeño de los lubricantes.



CONTENIDO UNIDAD 4

- 4.1 Propiedades Químicas y Físicas.
- 4.2 Viscosidad y comportamiento en distintas temperaturas.
- 4.3 Densidad.
- 4.4 Comprensibilidad.
- 4.5 Demusilsibilidad.
- 4.6 Tipos de Lubricantes.
- 4.7 Grasas.
- 4.8 Mantenimiento.

INTRODUCCIÓN



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

LUBRICACIÓN

Es cualquier procedimiento que reduce la fricción entre dos superficies en movimiento.

LUBRICANTE

Es cualquier material usado para lubricar.



Dos superficies en contacto



Efecto de un lubricante

FUNCIONES PRINCIPALES DE UN LUBRICANTE



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

- Lubricar.-** Haciendo más fácil el deslizamiento de una superficie sobre otra.
- Enfriar.-** Todo material que reduce la fricción actúa como un refrigerante al transferir el calor de las zonas calientes a las frías.
- Proteger contra la corrosión.-** Ya que los sistemas a lubricar son protegidos del agua, ácidos y otros agentes peligrosos que los pueden contaminar.
- Limpiar.-** Arrastrando los elementos contaminantes fuera de las zonas lubricadas.
- Sellar.-** De manera óptima los espacios con desgaste.
- Transmisor de Potencia:** transforma, controla y transmite esfuerzos mecánicos a través de una variación de presión o flujo





INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

Análisis de aceite

Pasos a seguir:

1

Extracción de muestras de aceite



2

Extracción de muestras de aceite mediante una jeringuilla (120 mL)



Envío de la muestras al laboratorio

- Proceso previo

Se coloca entre la botella y la tapa dos capas de cinta aislante para evitar posibles fugas y contaminación durante el envío de las muestras



TECNICAS PARA EL ANÁLISIS DE ACEITE

<https://www.youtube.com/watch?v=AJhzeiRjZY4>

<https://www.youtube.com/watch?v=1rhqNIBXO80>

Ferrografía

Cantidad de partículas a escala grandes/pequeñas

Proporciona información básica sobre partículas férricas y magnéticas

Eficiencia de detección baja en partículas no magnéticas, p. e., bronce, sílice

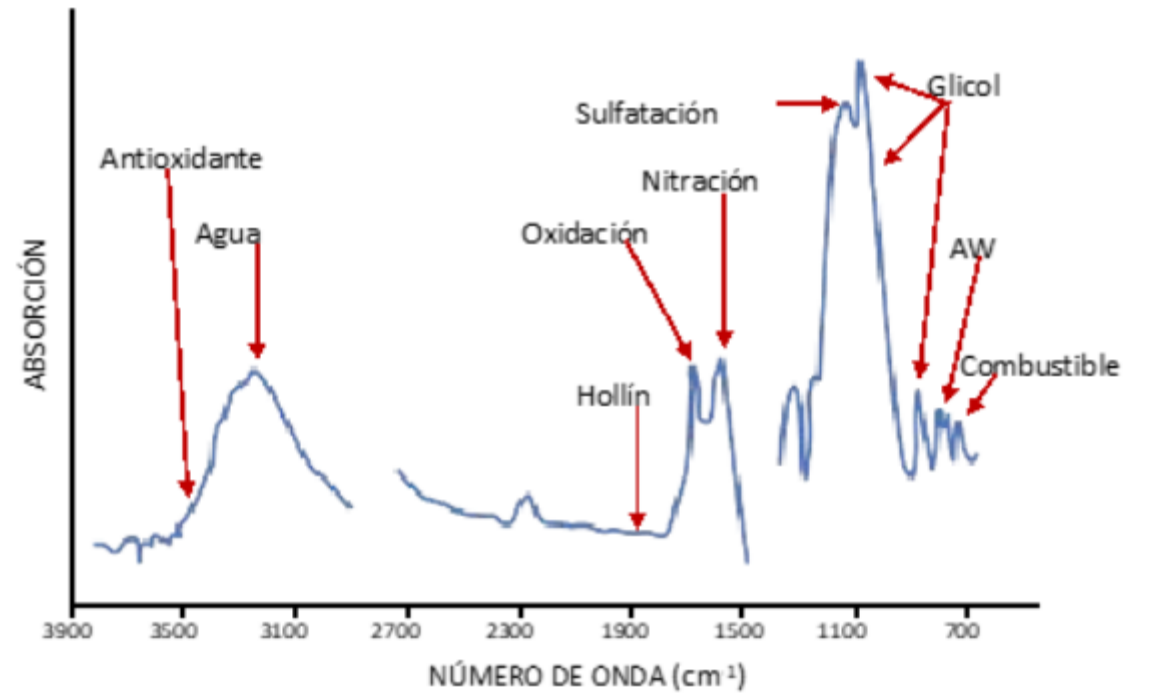
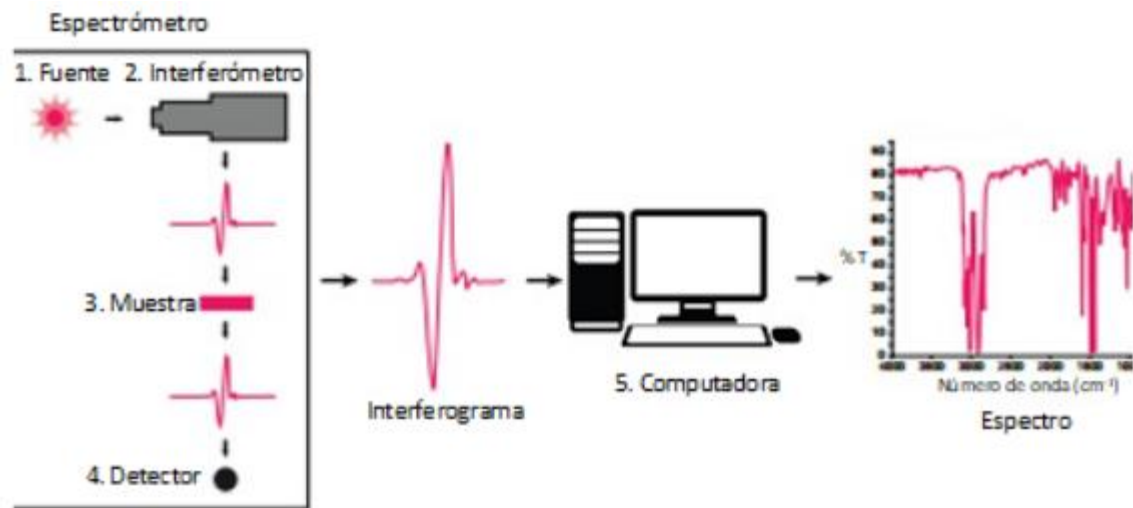
Espectrometría

PPM

Identifica y cuantifica material contaminante

No puede medir el tamaño de contaminantes; limitada por encima de 5µm

TECNICAS PARA EL ANÁLISIS DE ACEITE

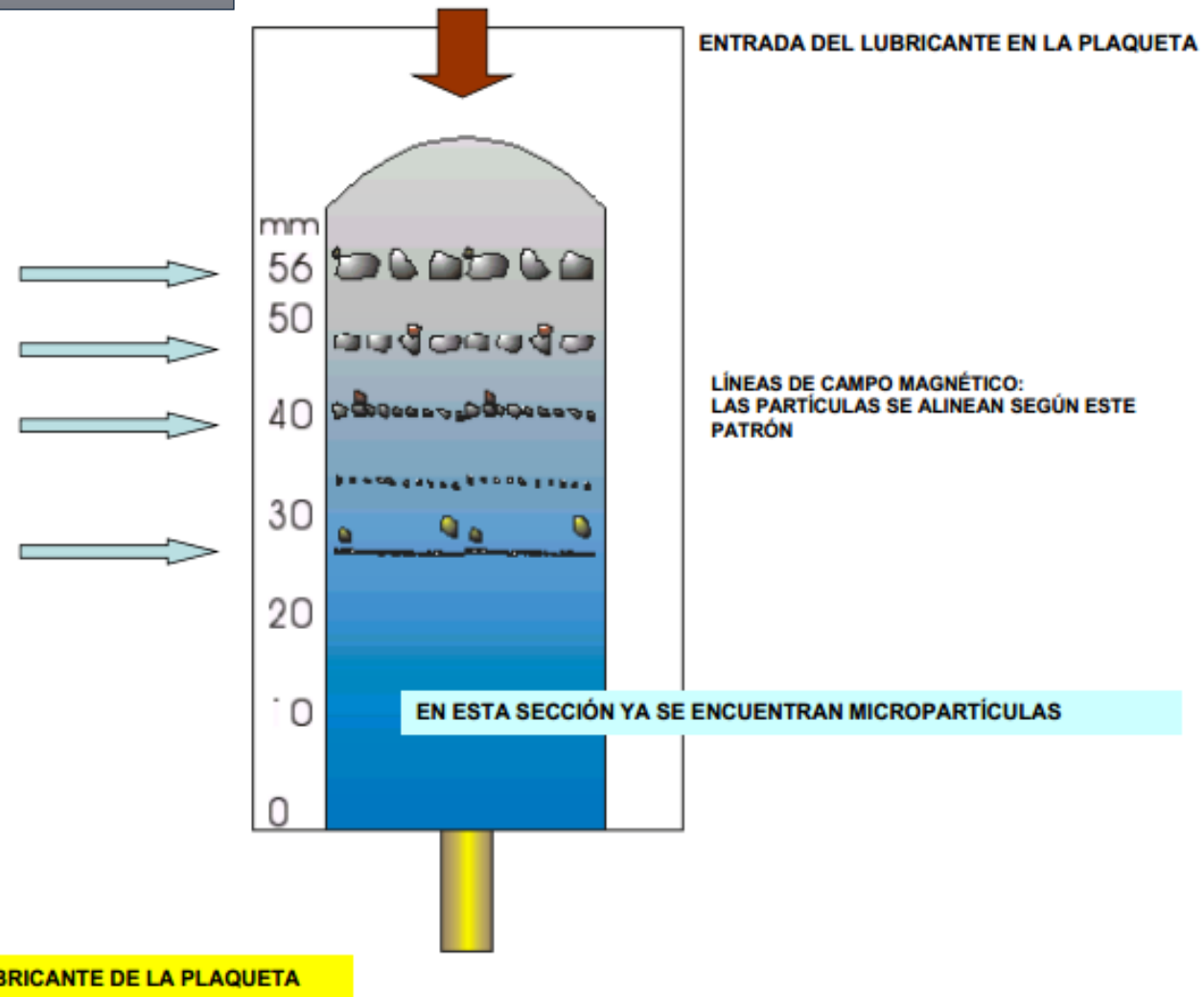


TÉCNICA DE ANALISIS (FERROGRAFÍA)

Es una técnica analítica que separa las partículas magnéticas del aceite, aplicándole un campo magnético. Las partículas grandes se depositan primero y las pequeñas recorren una mayor distancia en el porta-objeto.



TÉCNICA DE ANALISIS (FERROGRAFÍA)



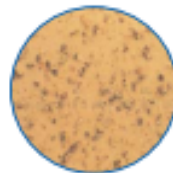
La eficacia de la Ferrografía depende obviamente de la facilidad de separación magnética de las partículas del aceite.

Tipos de contaminación



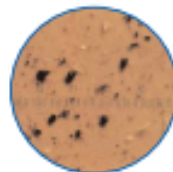
Sílice

Partículas duras y translúcidas asociadas, a menudo, con la contaminación atmosférica y ambiental: arena, polvo, etc.



Metal brillante

Partículas metálicas brillantes, habitualmente, de color plata u oro, generadas dentro del sistema. Los contaminantes generados son producto del desgaste y causan, a menudo, el desgaste adicional del componente y la descomposición acelerada del fluido.



Metal negro

Metal férreo oxidado inherente a la mayoría de sistemas hidráulicos y lubricantes; contaminante integrado y generado dentro del sistema debido al desgaste.



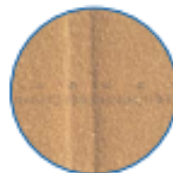
Óxido

Partículas color naranja/marrón opacas que aparecen, habitualmente, en el aceite de los sistemas donde puede haber agua, p. e., tanques de almacenamiento de aceite.



Fibras

Contaminantes generados muy comúnmente por papel y tejidos, p. e., trapos de talleres.



Torta de finos

Concentraciones muy grandes de partículas del tamaño de 'lodos' cubren la membrana de análisis y forman una torta. La torta oscurece las partículas más grandes de la membrana lo que hace imposible evaluar la contaminación.

Aumento: 100x
Escala: 1 división = 10 µm



¿REBABA EN EL
TAPÓN DEL CARTER?



4.1 Propiedades QUÍMICAS

TBN Total Basic Number (Reserva alcalina total de un lubricante) Es la cantidad de base, expresada en miligramos de KOH, requerida para neutralizar los ácidos presentes en un gramo de muestra.

ASTM D 2896 / ASTM D 4739

TAN Total Acid Number (Contenido ácido total de un lubricante) Es la cantidad de ácido, expresada en miligramos de KOH, requerida para neutralizar todas las sustancias alcalinas presentes en un gramo de muestra.

ASTM D 664



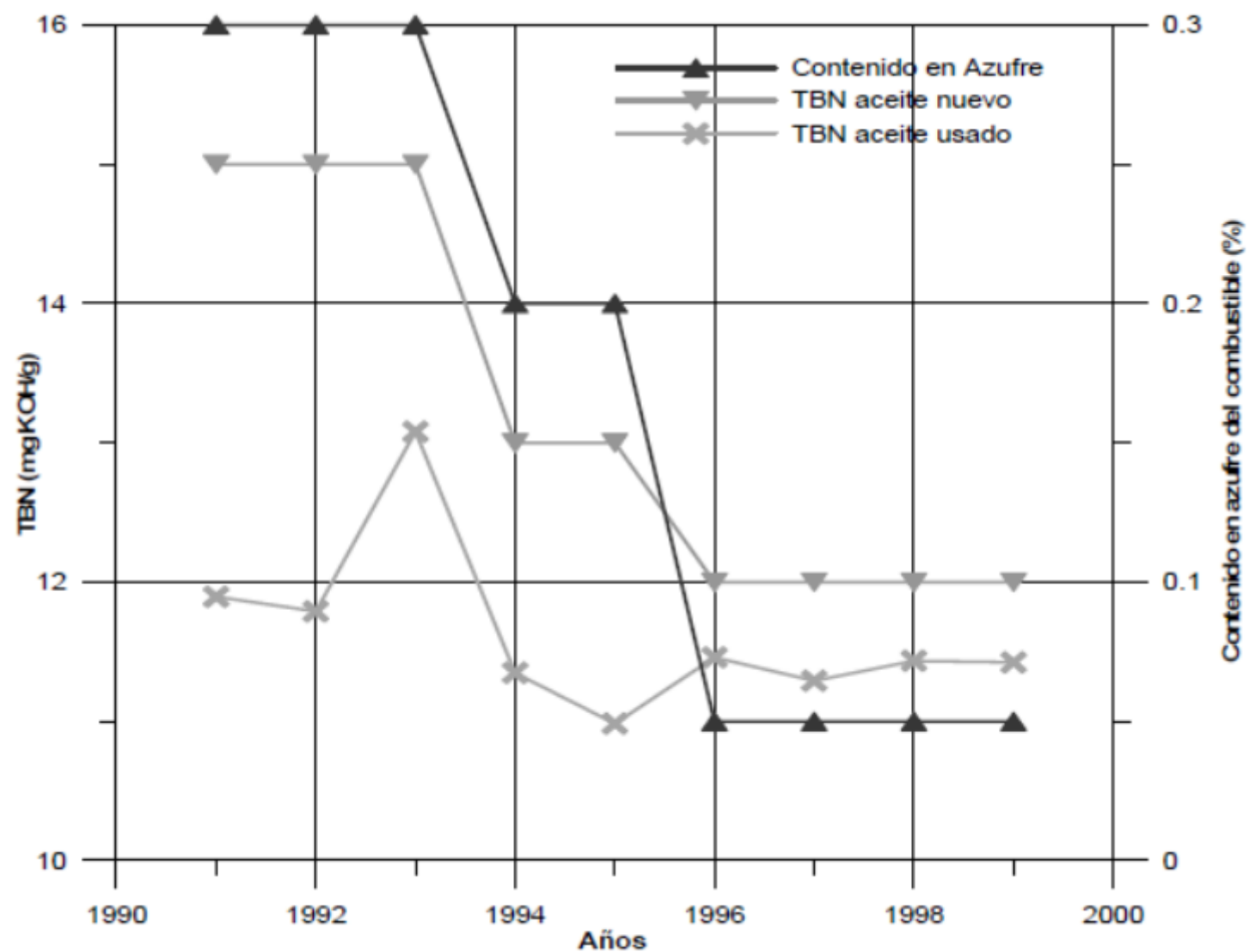


Figura 4.15. Evolución del TBN al cambio.

Características técnicas

	UNIDAD	METODO	VALOR
GRADO SAE			5W40
Densidad a 15 °C	g/mL	ASTM D 4052	0,853
Viscosidad a 100 °C	cSt	ASTM D 445	14,5
Viscosidad a 40 °C	cSt	ASTM D 445	88
Viscosidad a -30 °C	cP	ASTM D 5293	6600 máx.
Índice de viscosidad	-	ASTM D 2270	170
Punto de inflamación, vaso abierto	°C	ASTM D 92	215 mín.
Punto de congelación	°C	ASTM D 97	-39
T.B.N.	mg KOH/g	ASTM D 2896	7,5
Cizallamiento Inyector Bosch: Viscosidad a 100 °C después de cizalla	cSt	CEC L-14-93	12,5 mín.
Volatilidad Noack, 1h a 250 °C	% en peso	CEC L-40-93	12% máx.
HTHS, viscosidad a 150 °C	cP	CEC-L-36-90	>3,5

Características técnicas

	UNIDAD	METODO	VALOR
GRADO SAE			0W-40
Densidad a 15 °C	g/mL	ASTM D 4052	0.842
Viscosidad a 100 °C	cSt	ASTM D 445	13,5
Viscosidad a 40 °C	cSt	ASTM D 445	76
Viscosidad a -35 °C	cP	ASTM D 5293	6200 máx.
Índice de viscosidad	-	ASTM D 2270	180
Punto de inflamación, vaso abierto	°C	ASTM D 92	240
Punto de congelación	°C	ASTM D 97	-54
T.B.N.	mg KOH/g	ASTM D 2896	10
Cenizas sulfatadas	% en peso	ASTM D 874	1,2
Cizallamiento Inyector Bosch:			
Viscosidad a 100°C después de cizalla	cSt	CEC-L14-93	12,5 min

Valores típicos de TBN

Tipo de motor	TBN inicial aproximado
Gasolina	6 – 10 mg KOH/g
Diésel ligero	8 – 12 mg KOH/g
Diésel pesado	10 – 16 mg KOH/g

Valores típicos de TAN

Estado del aceite	TAN aproximado
Aceite nuevo	0.5 – 2 mg KOH/g
Aceite usado aceptable	≤ 3 mg KOH/g
Aceite degradado	> 4 mg KOH/g

Interpretación práctica

Condición	Diagnóstico
TBN alto / TAN bajo	
TBN medio / TAN medio	
TBN bajo / TAN alto	

ADITIVOS



El grupo del lubricante define su “resistencia”; los aditivos definen su “inteligencia”.

LUBRICANTES
PARA MOTOR

COMPOSICIÓN
ADITIVOS
20%

MEJORA
VISCOSIDAD

ANTIESPUMA

EMULSIFICANTE

ANTI OXIDANTE

DETERGENTE

DISPERSANTE

Grupo	Origen	Tipo
Grupo I	Petróleo refinado	Mineral
Grupo II	Petróleo hidrotratado	Mineral mejorado
Grupo III	Petróleo hidrocraqueado severo	“Sintético” comercial
Grupo IV	PAO	Sintético real
Grupo V	Otros (ésteres, PAG, etc.)	Sintético especial

LUBRICANTES
PARA MOTOR

CALIDAD
API

SP 2020

SN 2011

SM 2010

SL 2004



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

4.2 Propiedades FÍSICAS

Color

Usado anteriormente para definir el tipo de naturaleza de la cual proviene un lubricante, en algunos lubricantes aporta muy poca información, ya que puede ser modificable con mezclas de materias primas y aditivos. Sin embargo, en procesos de oxidación o envejecimiento ex. aceite Dieléctrico e hidráulicos aporta mucha información.

ASTM D 1500



Derechos reservados LACBAL©

4.2 Propiedades FÍSICAS

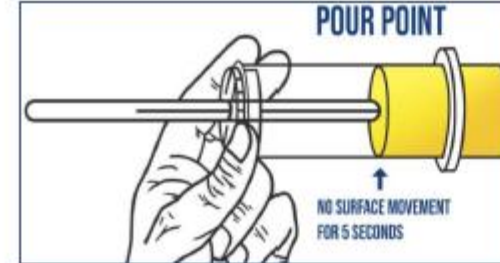


Propiedades FÍSICAS

PUNTO DE FLUIDEZ.-

Es la temperatura más baja a la cual un aceite deja de fluir. Cloud Point/Pour Point

ASTM D 97/ASTM D 2500



PUNTO DE INFLAMACIÓN.-

Es la temperatura más baja a la cual un aceite se inflama bajo presencia de una llama.

ASTM D 92 / D 93



Cleveland open cup



Pensky-Martens

DENSIDAD O GRAVEDAD ESPECIFICA.-

La densidad es la masa de un objeto con relación al volumen que este ocupa.

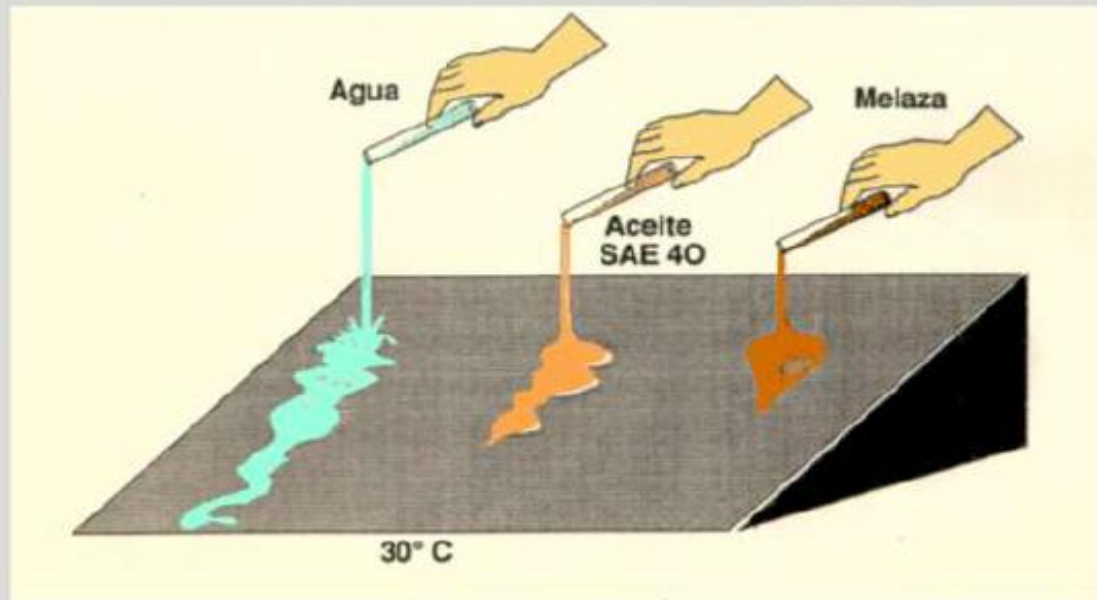
ASTM D 1298 / temp. 15C



Derechos reservados LACBA

4.3 VISCOSIDAD

Es la resistencia de un fluido a fluir, bajo el efecto de la temperatura.



- La viscosidad es una de las propiedades más importante de un lubricante. De hecho buena parte de los sistemas de clasificación de los aceites están basados en ésta propiedad por lo tanto la viscosidad es una especificación de primer orden en los aceites lubricantes, ya que condiciona las cualidades requeridas para la lubricación.

VISCOSIDAD

temperatura



Dinámica

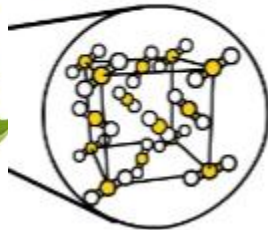
Sistema Internacional

$$\mu = \text{Pa} \cdot \text{s} = \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}$$

movimiento
lento



fuerzas
intermoleculares



alta viscosidad

presión



Cinemática

Sistema Internacional

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$



libre
movimiento

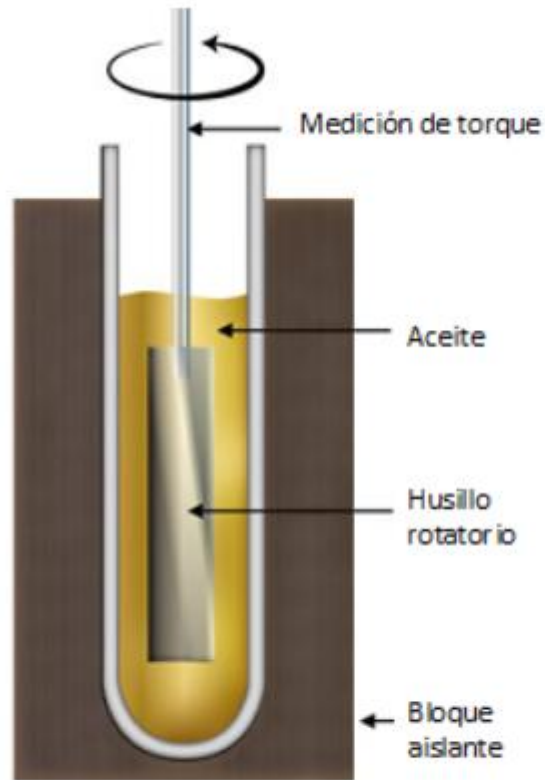
resistencia interna entre las moléculas

resistencia a la fuerza de gravedad

densidad

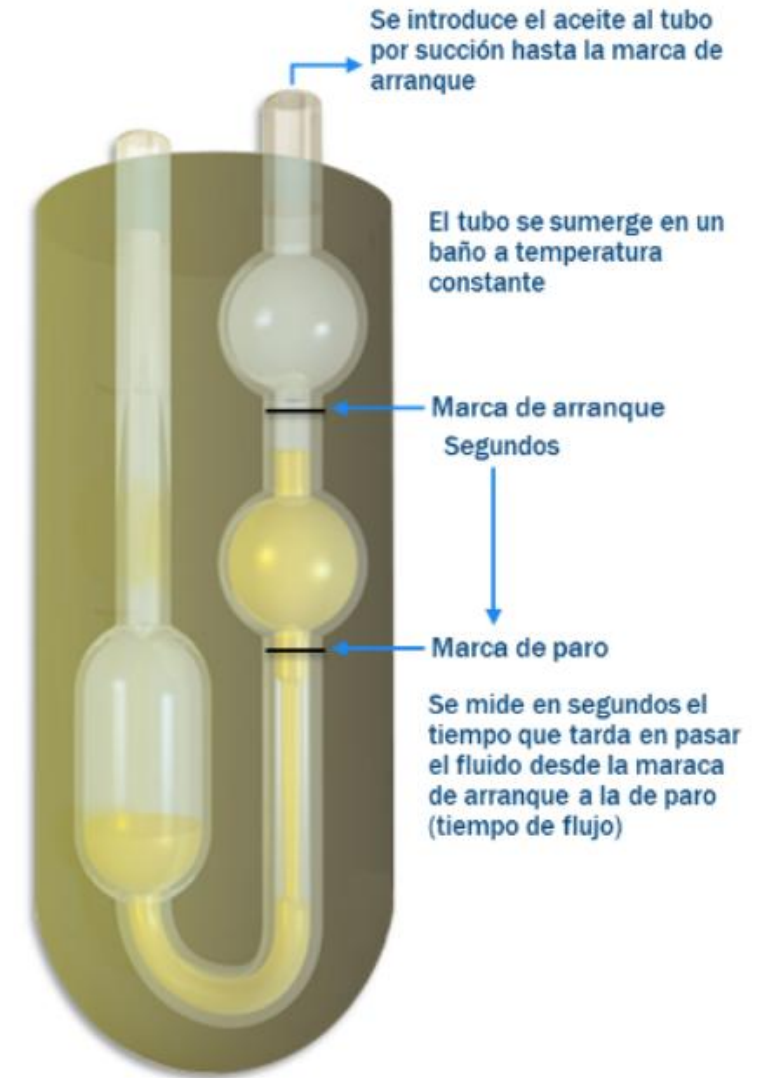


Dinámica



Viscosímetro rotatorio (Brookfield) ASTM D2983

Cinemática



*Tubo de vidrio en forma de U
Viscosímetro capilar ASTM D445-15*

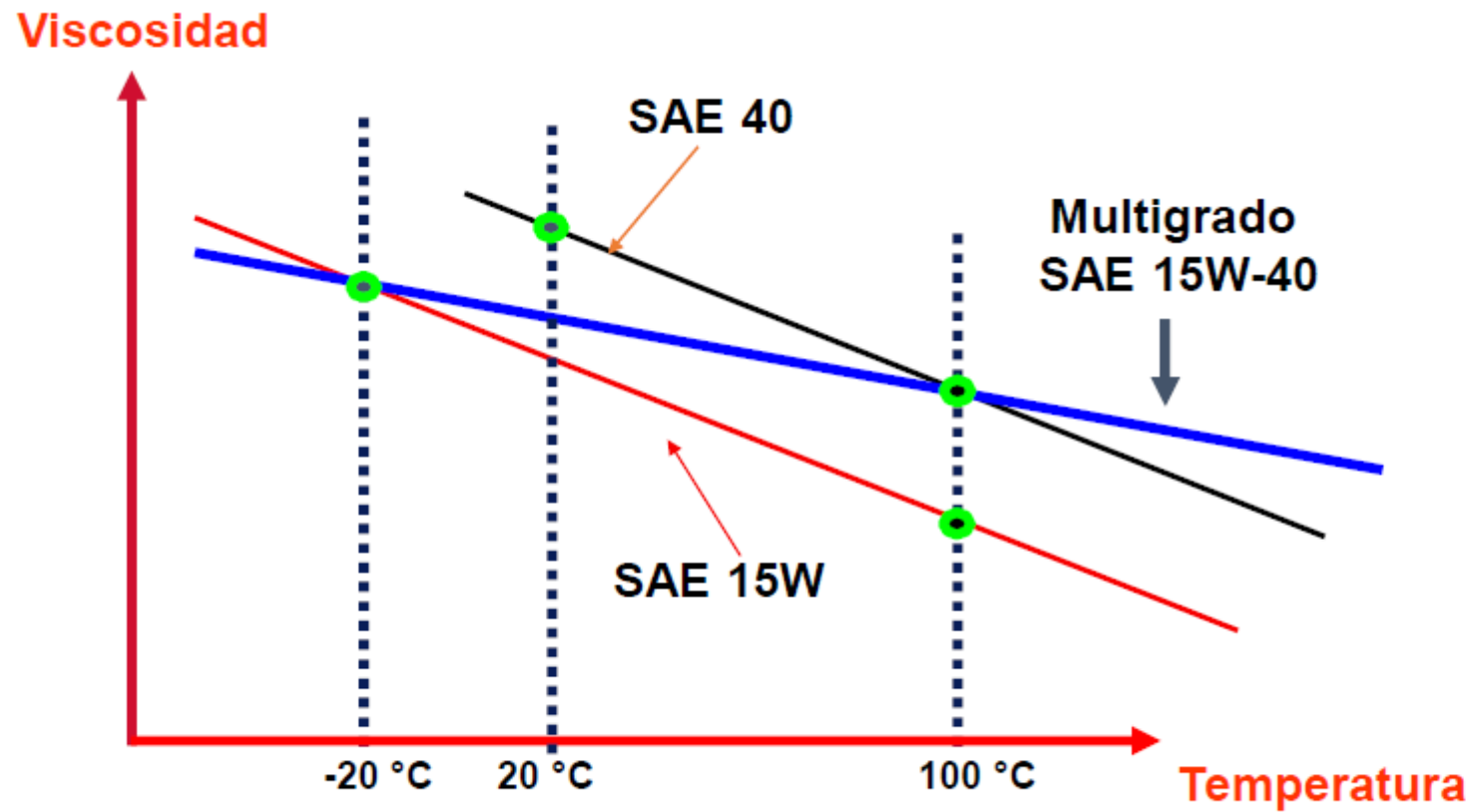
Viscosidad Cinemática = kinematic

	5w-20	10w-30	10w-40	5w-50	20w-50	15w-40
* $\Delta 40^{\circ}\text{C}$	49,5	64,3	94,6	111,7	169,8	105,4
* $\Delta 100^{\circ}\text{C}$	8,9	10,2	13,9	17,7	19,0	14,2
* (cSt) CENTISTOKES " " $\text{mm}^2/\text{seg.}$						

Viscosidad Cinemática = kinematic

	Dexron VI	CVT	Gear oil 75w-90 (GL5)	Synchromesh (GL4)
* $\Delta 40^{\circ}\text{C}$	28,6	33,8	110,0	45,0
* $\Delta 100^{\circ}\text{C}$	5,9	7,2	16,5	8,7
* (cSt) CENTISTOKES " $\text{mm}^2/\text{seg.}$				

ACEITE GRADO MONOGRADO Y MULTIGRADO



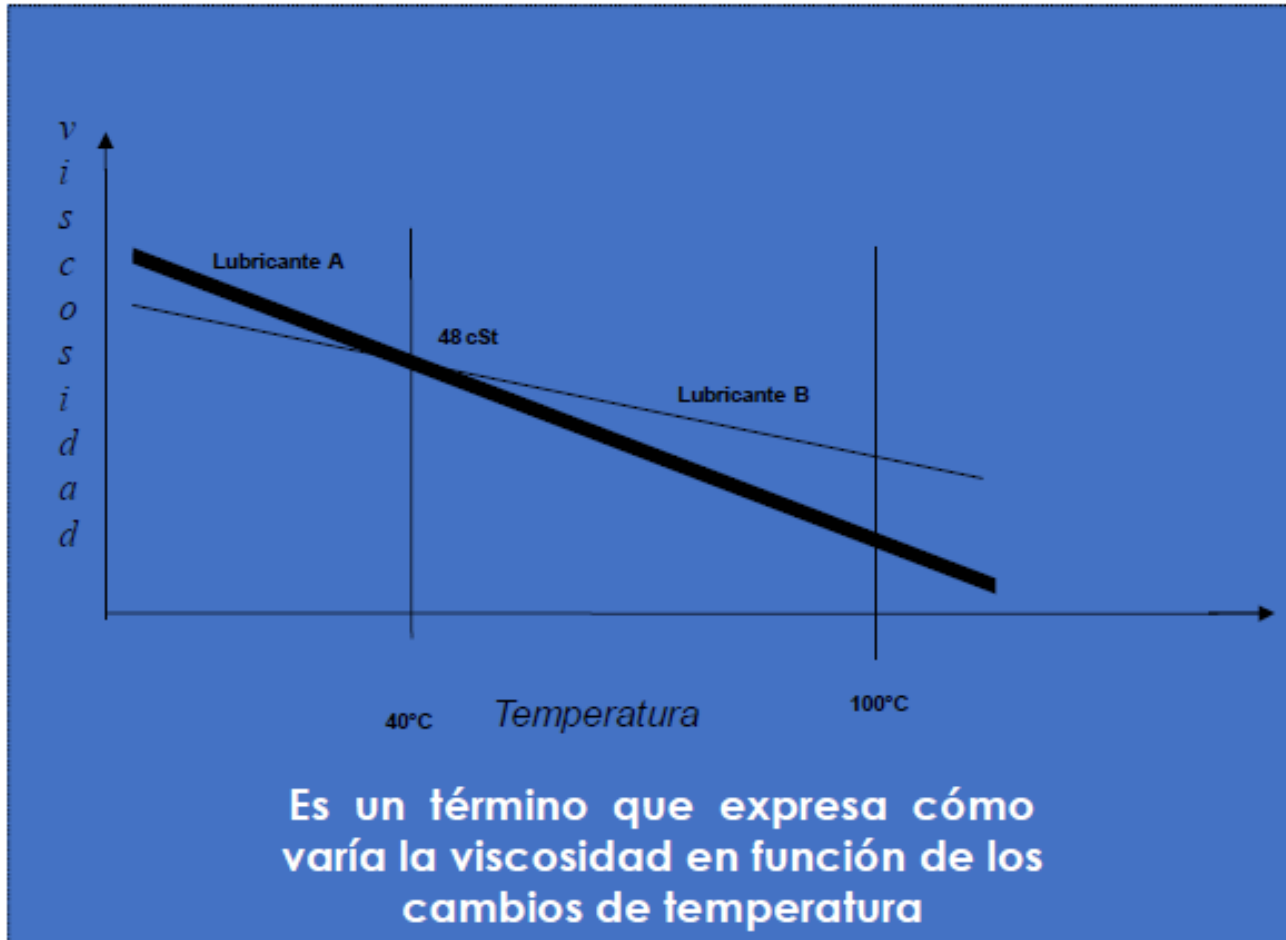
Monogrado, un solo grado de viscosidad.

Multigrado, dos grados de viscosidad.

W: **winter**

INDICE DE VISCOSIDAD

ASTM D 2270



1.- Mientras mayor sea el IV menor será el cambio de la viscosidad con la temperatura

2.- Aceites Minerales con Mejoradores de IV y sintéticos, tienen valores de 100 a 200.

3.- Aceites minerales parafínicos, tienen valores entre 60 a 100.

4.- Aceites minerales nafténico tienen valores entre 0 a 60.

cSt
1,000

100

10

3

-10

0

10

20

30

40

50

60

70

80

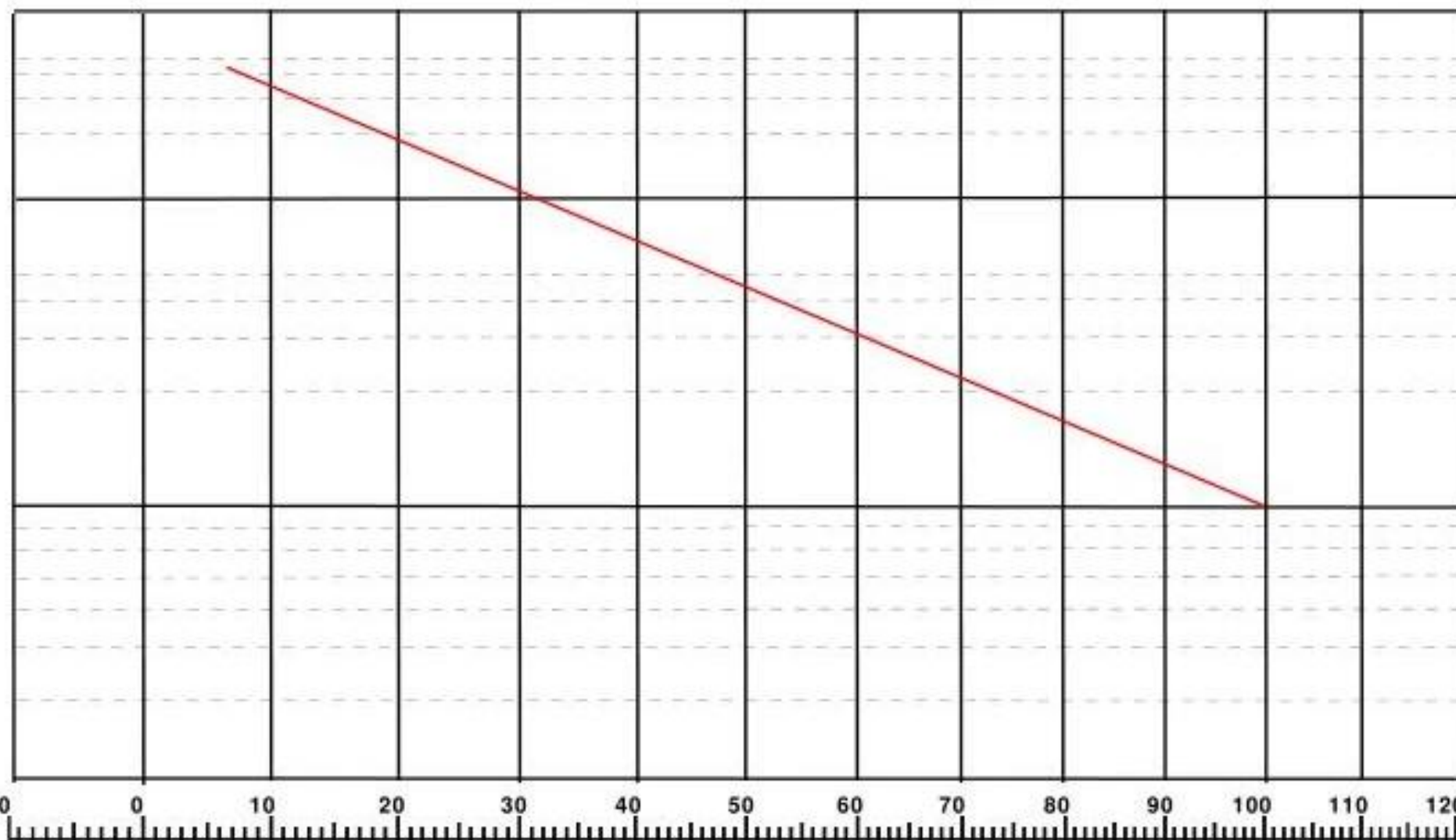
90

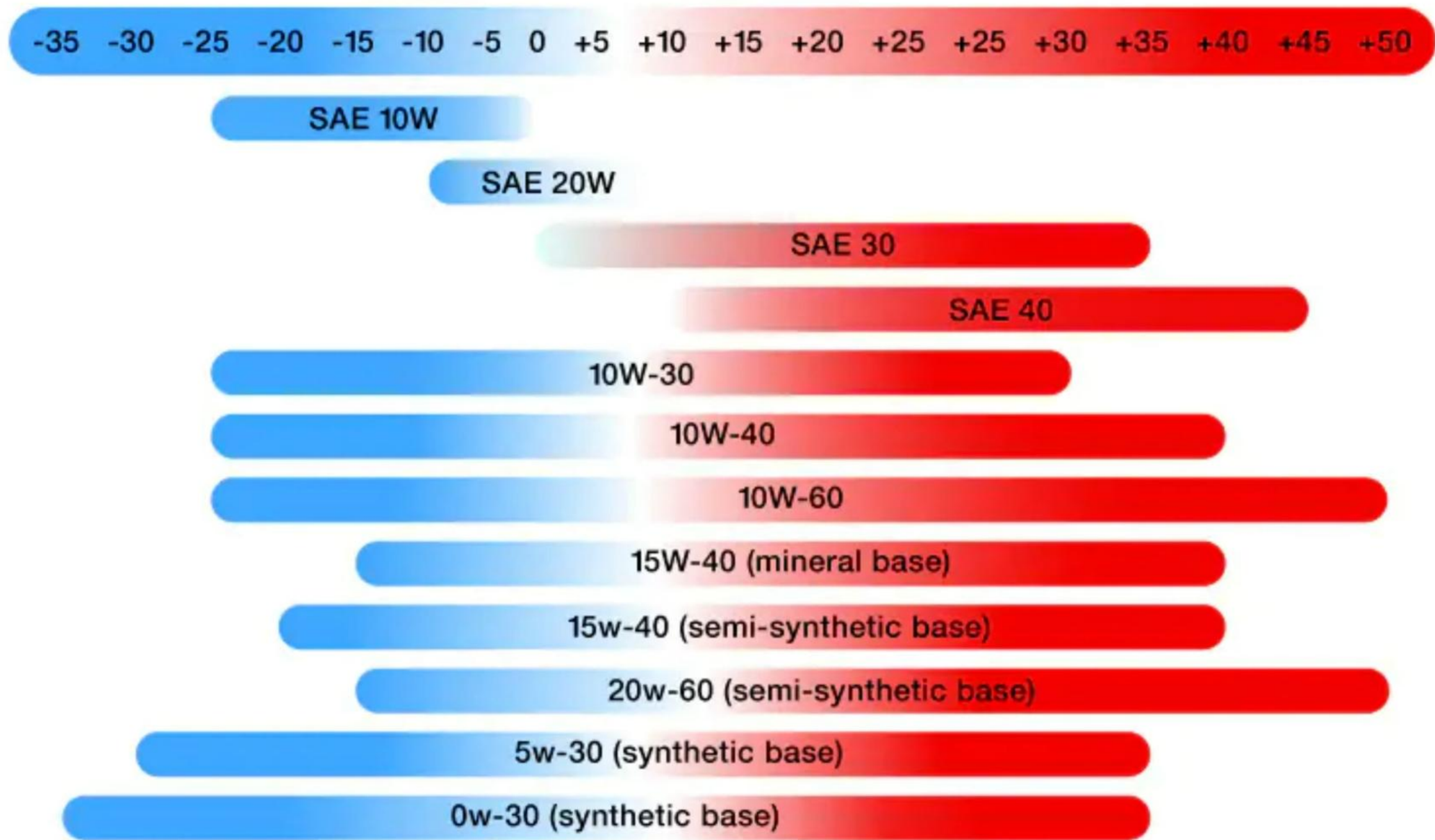
100

110

120

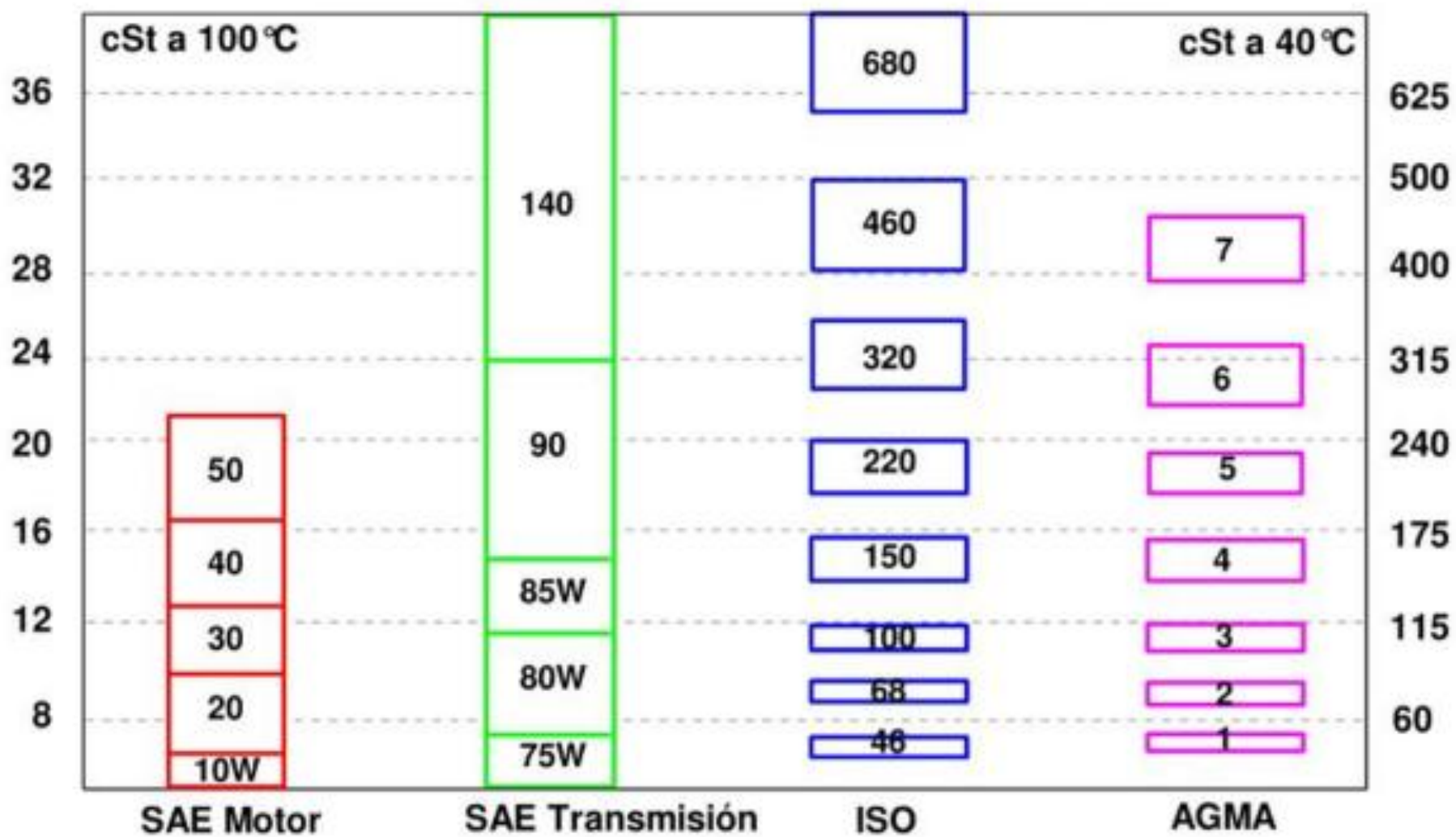
°C





Datos de prueba típicos		
Prueba	Métodos de prueba	Resultados
Grado de viscosidad		SAE 10W-30
Vida de almacenamiento: 60 meses desde la fecha de llenado indicada en el producto.		
Densidad a 15°C, kg/l	ASTM D4052	0,868
Viscosidad cinemática a 100°C, mm²/s	ASTM D445	11,9
Viscosidad cinemática a 40°C, mm²/s	ASTM D445	81,0
Índice de viscosidad	ASTM D2270	142
Punto de fluidez, °C	ASTM D97	-46
Punto de ignición COC, °C	ASTM D92	227
Número base total, mg KOH/g	ASTM D2896	10,0
Ceniza sulfatada, % agua	ASTM D874	1,0

La información que aparece en los datos característicos no constituye ninguna especificación, sino que es una indicación que se basa en la producción actual y puede verse afectada por las tolerancias de producción admisibles. Queda reservado el derecho a realizar modificaciones. Ello sustituye todas las ediciones anteriores y la información que contengan.



4.4 DENSIDAD

En términos más simples, indica qué tan pesado es el aceite en relación con su tamaño. Un aceite más denso será más pesado y, por lo tanto, más espeso, mientras que uno menos denso será más ligero y fluido.



$$\text{Densidad} = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}}$$

4.4 DENSIDAD

Densidades de algunas sustancias



Hierro



Cobre



Diamante



Cuarzo



Plata



Oro



Plomo



Aluminio



Aceite



Agua

4.4 DENSIDAD

¿Cuál es la diferencia entre un kilogramo de plomo y un kilogramo de paja?

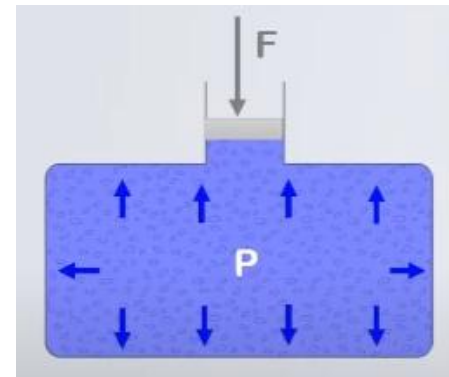
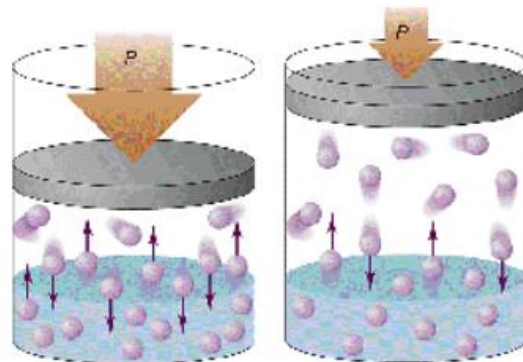


4.5 Compresibilidad

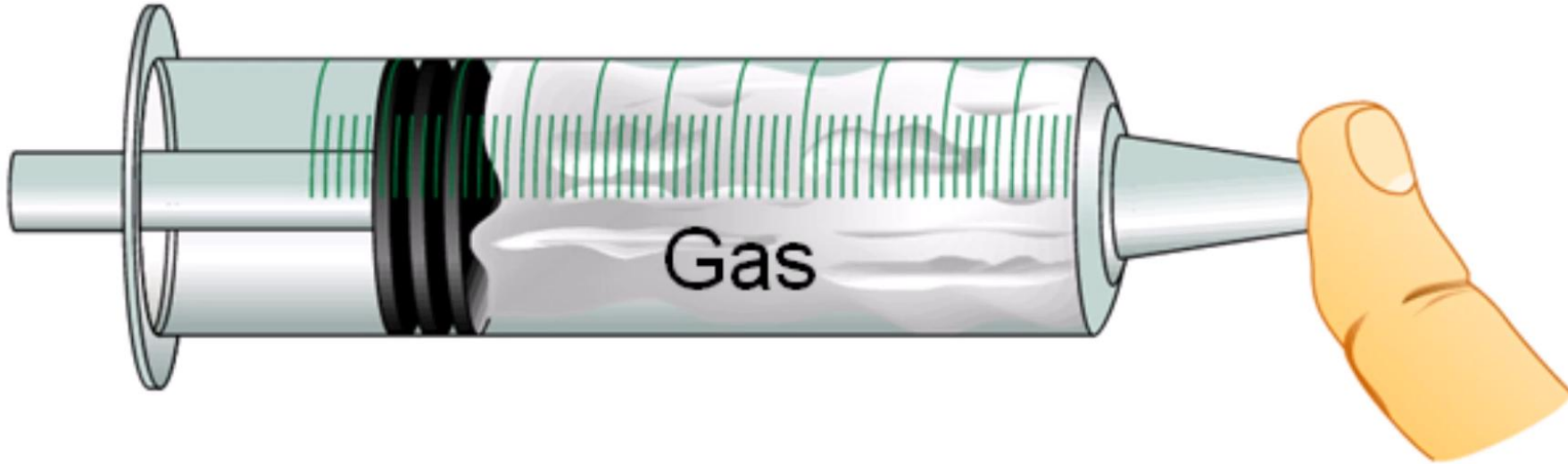
¿QUÉ ES LA COMPRESIBILIDAD?

La compresibilidad, en el contexto de fluidos, se refiere a la capacidad de un líquido para cambiar de volumen bajo presión. Aunque los líquidos, en general, son considerados incompresibles, en sistemas de alta presión, incluso pequeñas variaciones de volumen pueden tener efectos significativos.

Compresibilidad - Incompresibilidad



4.5 Comprensibilidad



4.5 Comprensibilidad



4.5 Comprensibilidad

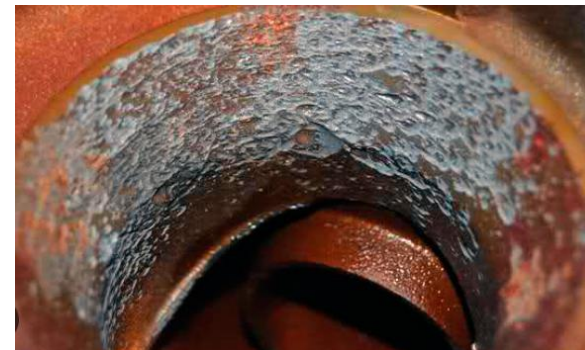
Efectos negativos:

Una alta compresibilidad en sistemas hidráulicos puede llevar a:

Fallas en servos: La reducción de volumen bajo presión puede afectar el funcionamiento preciso de los servos, encargados de controlar la dirección y otros sistemas del vehículo.

Pérdida de eficiencia: La energía necesaria para comprimir el fluido se traduce en una disminución de la eficiencia del sistema.

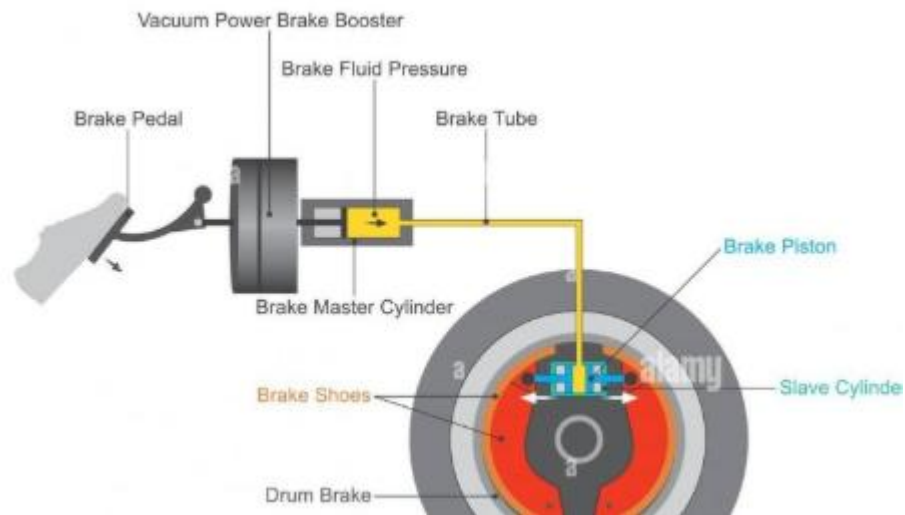
Cavitación: La formación de burbujas de vapor debido a caídas de presión bruscas puede dañar los componentes del sistema hidráulico.



4.5 Compresibilidad

Importancia de baja compresibilidad:

Para sistemas de alta presión, como los frenos hidráulicos o la dirección asistida, es crucial utilizar lubricantes con baja compresibilidad para asegurar un funcionamiento óptimo y evitar problemas.



En resumen: Aunque los lubricantes son relativamente incompresibles, en sistemas de alta presión, incluso pequeñas variaciones de volumen pueden causar problemas. Por lo tanto, es importante elegir lubricantes con baja compresibilidad para asegurar un funcionamiento eficiente y confiable de los sistemas hidráulicos de los vehículos.

4.6 DEMULSIBILIDAD

- Es una indicación de la capacidad de un aceite para separarse del agua y no formar emulsiones. Consiste en mezclar cantidades iguales de agua y aceite a una cierta temperatura, agitar y luego dejar reposar. Se mide el tiempo necesario para que la emulsión desaparezca y separe el agua del aceite.



**Equipo de agitación.
Temperatura 53 a 55 °C del baño**



**Inicio, mezcla de agua y
aceite**



4.6 DEMULSIBILIDAD



4.6 DEMULSIBILIDAD

¿Por qué es importante la demulsibilidad?

- Prevención de la corrosión
- Reducción del desgaste
- Mejora la eficiencia
- Evita la formación de lodos



4.6 DEMULSIBILIDAD

Factores que afectan la demulsibilidad

Temperatura

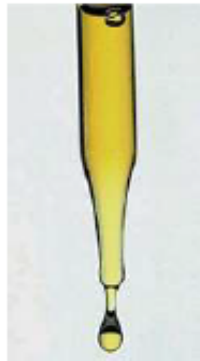
Calidad del aceite

Contaminación



4.7 TIPOS DE LUBRICANTES

TIPOS DE LUBRICANTES



SEGÚN SU ESTADO

Sólido
Semisólido
Líquido
Gaseoso

SEGÚN SU NATURALEZA

Mineral	Parafínico Nafténico Aromático
Sintético Semisintético	
Vegetales	

4.7 TIPOS DE LUBRICANTES

SEGÚN SU ESTADO

Líquido.- Los más conocidos y usados son los aceites minerales, a pesar de que cada vez se usan más los aceites sintéticos y los naturales (vegetal y animal). El uso es ilimitado.



Semisólido.- Más conocidos como grasas, son fabricados con un aceite y un espesante (jabón). Su uso es principalmente en rodamientos.



Sólidos.- Son usados en temperaturas extremas o en ambientes químicamente reactivos. Los materiales más usados son grafito, di-sulfuro de molibdeno, y teflón (Politetrafluoroeteno).



Gaseoso.- Son usados para casos especiales, el aire y otros gases son usados como lubricante, como por ejemplo en la turbina de los dentistas, comprimidos.



4.7 TIPOS DE LUBRICANTES

SEGÚN SU NATURALEZA

Mineral.- Aceites básicos obtenidos por destilación al vacío del petróleo crudo.

Sintético.- Derivados del petróleo y gas natural por medio de reordenamiento molecular a través de procesos químicos diversos XHVI.

Semisintético.- Son mezclas de aceites minerales con básicos tipo XHVI

Naturaleza Vegetal.- Llamados biodegradables, provienen de semillas y árboles, colza, ricino, palma, soya, girasol, maíz, cáñamos.



4.7 TIPOS DE LUBRICANTES

SEGÚN SU NATURALEZA (MINERALES)

Parafínico.- Formados por cadenas abiertas de átomos de Carbón, son muy estables al calor y oxidación, son considerados HVI, pero fallan a bajas temperaturas.

Nafténico.- Formados por cadenas cíclicas (cerradas) de átomos de Carbón, menos estables que los parafínicos y más sensible la viscosidad a los cambios de temperatura. Tienen buenas propiedades a bajas temperaturas, considerados MVI

Aromático.- Contienen una baja proporción de hidrogeno. Son buenos solventes y recubridores. Tiene malas características de viscosidad, considerados LVI



4.8 GRASAS

- ¿QUÉ ES LA GRASA LUBRICANTE?



4.8 GRASAS

- ¿QUÉ ES LA GRASA LUBRICANTE?

Una grasa lubricante es un lubricante semisólido compuesto por: **Aceite base, Agente espesante, Aditivos específicos**

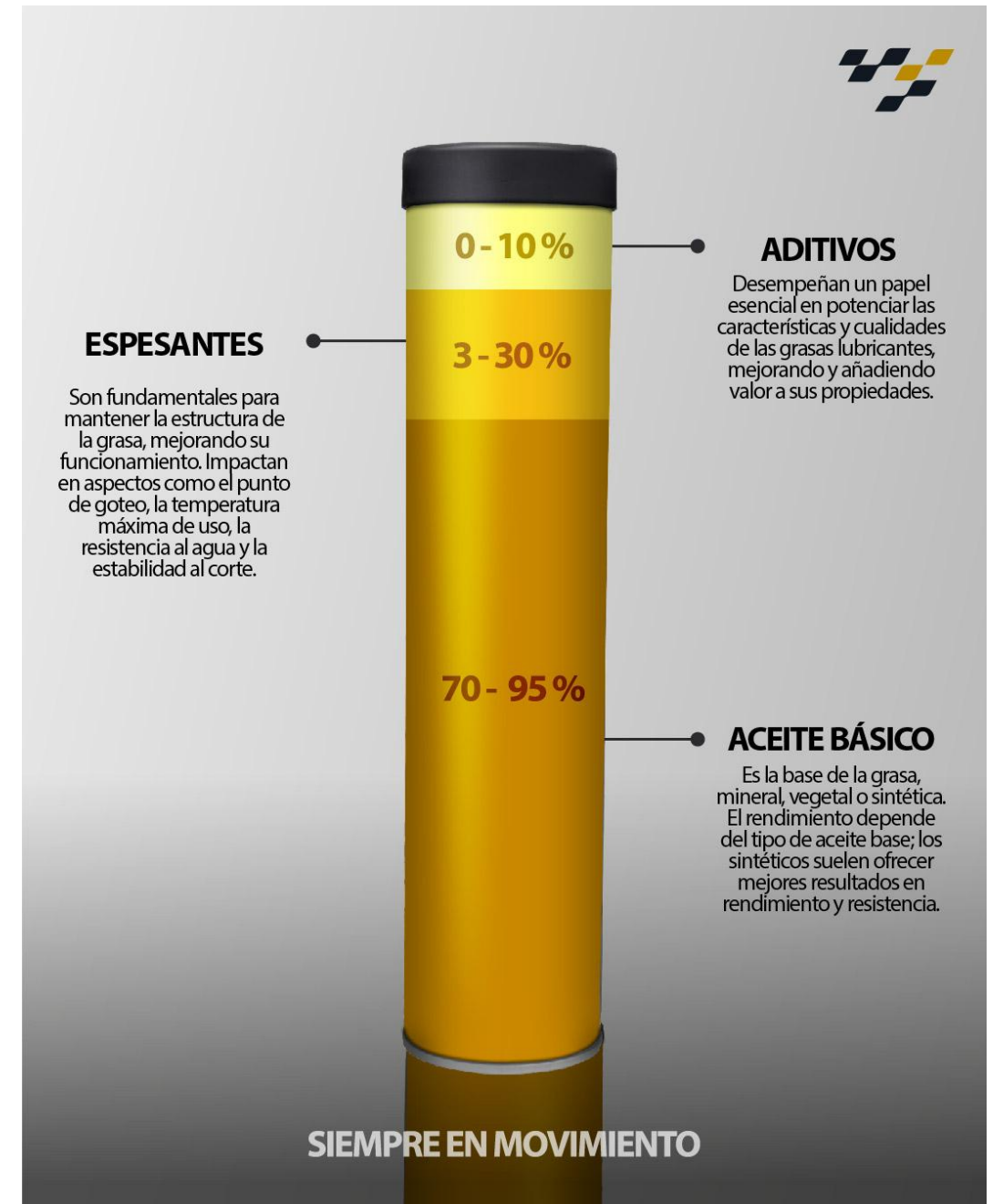


🔑 **Idea clave:** la grasa no sustituye al aceite; cumple funciones específicas donde el aceite no puede permanecer.

4.8 GRASAS

Composición:

- Aceite base: 70-95%
 - Aceite mineral
 - Aceite sintético
 - Aceite vegetal
- Espesante: 3-30%
 - Jabones metálicos simples
 - Jabones metálicos complejos
 - Espesantes con base no jabonosa
 - Espesantes inorgánicos
- Aditivos: 0-10%



4.8 GRASAS

Diferencias entre grasas y aceites

- ¿Cuándo empleo grasa?

La grasa se emplea generalmente en aplicaciones que funcionan en condiciones normales de velocidad y temperatura. La grasa tiene algunas ventajas sobre el aceite. Por ejemplo, la instalación es más sencilla y proporciona protección contra la humedad e impurezas. Generalmente se utiliza en la lubricación de elementos tales como cojinetes de fricción y antifricción, levas, guías, correderas, piñonería abierta algunos rodamientos.

- ¿Cuándo empleo aceite?

Se suele emplear lubricación con aceite cuando la velocidad o la temperatura de funcionamiento hacen imposible el empleo de la grasa, o cuando hay que evacuar calor. El aceite, tiene su mayor aplicación en la lubricación de compresores, motores de combustión interna, reductores, motor reductores, transformadores, sistemas de transferencia de calor, piñoneras abiertas, cojinetes de fricción y antifricción y como fluidos hidráulicos.

4.8 GRASAS

CLASIFICACIÓN

Según el tipo de espesante

Espesante	Características	Aplicación
Litio	Multipropósito, estable	Automotriz general
Litio complejo	Alta temperatura	Rodamientos
Calcio	Resistente al agua	Chasis
Sodio	Alta temperatura, no resistente al agua	Industrial
Poliurea	Larga vida útil	Rodamientos sellados



4.8 GRASAS

CLASIFICACIÓN

Según el tipo de espesante



Grasas de litio

Son las más comunes y versátiles. resistentes a la humedad y no se disuelven en agua. Se adhieren bien a las superficies metálicas.



Grasas de calcio

Son resistentes al agua, e ideales para aplicaciones marinas.



Grasas de sodio

Tienen buena estabilidad térmica. Son menos resistentes al agua que las grasas de calcio.



Grasas poliurea

Son excelentes para altas temperaturas y aplicaciones de larga duración.

Grasas de siliconas

Son estables en un amplio rango de temperaturas. Son costosas y menos comunes.

4.8 GRASAS

CLASIFICACIÓN

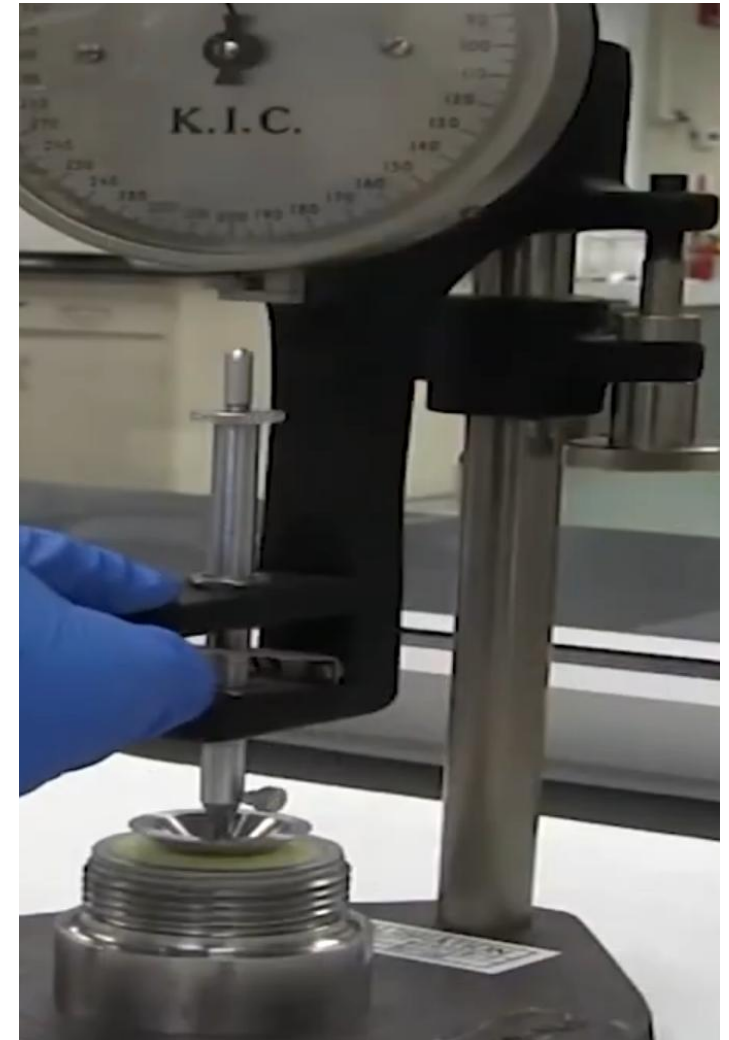
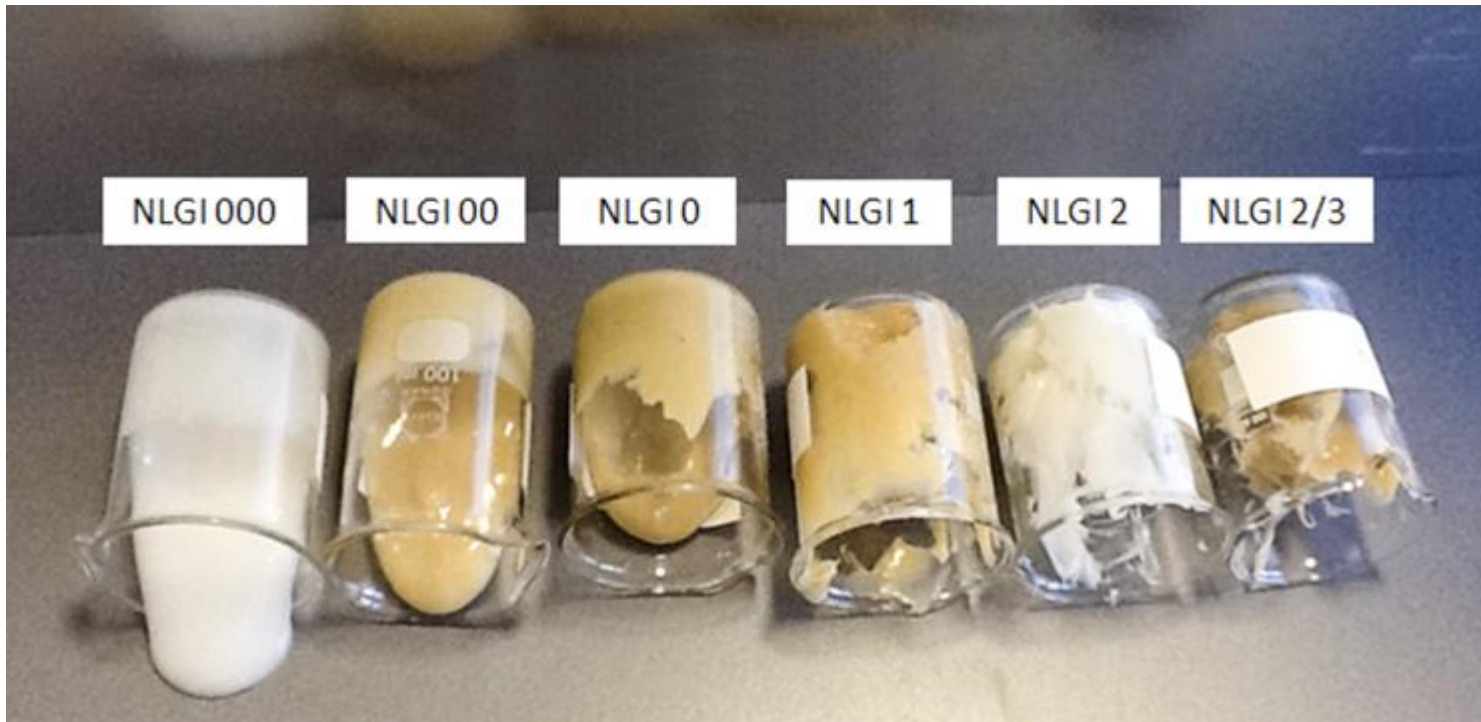
Según consistencia – Clasificación NLGI

Grado NLGI	Penetración en dmm	Consistencia a temp. ambiente	Aplicación típica
000	445 - 475	Muy fluida	Grasas para transmisiones y sistemas centralizados
00	400 - 430	Fluida	
0	355 - 385	Semi-fluida	
1	310 - 340	Muy suave	Rodamientos y cojinetes
2	265 - 295	Suave	
3	220 - 250	Semi-sólida	
4	175 - 205	Sólida	Grasas sellantes
5	130 - 160	Muy sólida	

4.8 GRASAS

CLASIFICACIÓN

Según consistencia – Clasificación NLGI



4.8 GRASAS

Funciones de la grasas

Las grasas permiten:

- Lubricar componentes de movimiento lento
- Soportar altas cargas
- Sellar contra polvo y humedad
- Reducir ruido y vibraciones
- Proteger contra corrosión



4.8 GRASAS

Aplicación automotriz

Color de la grasa	Tipo común	Características principales	Elementos del vehículo donde se usa
Azul	Grasa multipropósito (litio o complejo de litio)	Buena estabilidad mecánica, resistente al agua, uso general	Rótulas, terminales de dirección, crucetas, chasis
Roja	Grasa de alta temperatura	Alto punto de goteo, soporta calor y carga	Rodamientos de rueda, cubos, frenos (zonas no friccionales)
Negra	Grasa con disulfuro de molibdeno (MoS ₂)	Soporta cargas extremas, reduce desgaste por fricción severa	Crucetas, cardanes, rótulas, juntas de suspensión
Verde	Grasa sintética	Larga vida útil, estabilidad térmica y química	Rodamientos sellados, motores eléctricos auxiliares
Blanca	Grasa de litio blanca	Limpia, buena adherencia, anticorrosiva	Bisagras, cerraduras, pedales, cables
Amarilla / Ámbar	Grasa de calcio	Alta resistencia al agua, menor temperatura de trabajo	Chasis, pernos expuestos, articulaciones externas
Gris	Grasa EP (extrema presión)	Alta capacidad de carga, protección contra desgaste	Juntas homocinéticas, puntos de alta carga

4.9 MANTENIMIENTO



El mantenimiento del lubricante es una de las actividades más críticas y económicas para garantizar la vida útil del motor y de los sistemas mecánicos. Un lubricante correctamente seleccionado no cumple su función si no se mantiene adecuadamente.

🔑 Idea clave:

La falla de muchos motores no se debe a un mal diseño, sino a un mal mantenimiento del lubricante.

4.9 MANTENIMIENTO

Conceptos

El mantenimiento de los lubricantes comprende el **conjunto de prácticas técnicas** destinadas a:

- Conservar las **propiedades físico-químicas** del lubricante
- Evitar la **contaminación**
- Garantizar una **lubricación efectiva y continua**
- Optimizar costos de operación y reparación

4.9 MANTENIMIENTO

Tipos de mantenimiento aplicados a lubricantes

Mantenimiento correctivo

Se realiza **después de la falla:**

- Ruptura de película lubricante
- Daño en cojinetes o árbol de levas



✗ Es el más costoso y menos recomendable.

4.9 MANTENIMIENTO

Tipos de mantenimiento aplicados a lubricantes

Mantenimiento preventivo

Basado en intervalos de tiempo o kilometraje:

- Cambio periódico de aceite
- Reemplazo de filtros



✓ Es el más aplicado en el ámbito automotriz.



4.9 MANTENIMIENTO

Tipos de mantenimiento aplicados a lubricantes

Mantenimiento predictivo

Basado en la **condición real del lubricante:**

- Análisis del aceite usado
- Evaluación de contaminación y desgaste



✓ Tendencia moderna en flotas y maquinaria pesada.