

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA

EVOLUCION DEL ACEITE DE CARTER EN LOS MOTORES MTU

Trabajo de Titulación para optar al
Título de Técnico Universitario en
MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Alumno:
Carlos Alberto Vergara Acevedo

Profesor Guía:
Sr. Mario González Sánchez

2019

RESUMEN

El presente trabajo consta de 4 capítulos dedicados a la extracción, función, utilización de aditivos, normas y tecnologías, todo esto ligado a los aceites de cárter en motores MTU, y a la vez se mostrará un resumen histórico de la evolución de estos. En el primer capítulo se realizará un resumen en donde se explicarán los procesos que se llevan a cabo para conseguir aceites base y además se nombrarán los diferentes tipos de aditivos presentes en el mercado actual. En el segundo capítulo se contemplará las definiciones, funciones y propiedades de un aceite de carter, mono-grado, multigrado, filtros de aceites en motores MTU y se presentaran las cualidades que debe tener un aceite de carter para ser usado en un motor MTU. En el tercer capítulo se entregará detalles de las normas ligadas a los aceites de cárter en motores MTU, dando detalle a sus cambios con el paso del tiempo y dando un especial énfasis en las principales normas actuales (SAE, ASTM, API y ACEA). En el cuarto capítulo se mostrará el mercado del aceite de carter en Chile, además se hablará de la reutilización y eliminación de los aceites usados en Chile.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
1. CAPÍTULO ACEITE BASE Y ADITIVOS.....	3
1.1. ACEITES DE CARTER EN MOTORES MTU	4
1.2. ACEITE BASE.....	5
1.2.1. Características que deben presentar las base lubricantes	5
1.2.2. Tipos de bases lubricantes	6
1.2.3. Bases minerales.....	7
1.2.4. Bases sintéticas	9
1.3. HISTORIA DEL USO Y DESARROLLO DE ADITIVOS	11
1.4. ADITIVOS	11
1.4.1. Tipos de aditivos.....	12
1.4.2. Uso de aditivos para aceites de carter MTU ya autorizados	14
2. CAPÍTULO INDICACIÓN DE FUNCIONES Y PROPIEDADES DEL ACEITE DE CARTER. DEFINICIÓN DE LOS ACEITES MINERALES, SINTÉTICOS, SEMI-SINTÉTICOS, MONO-GRADO Y MULTI-GRADO, FILTROS DE ACEITE. PRESCRIPCIONES DE SERVICIO DE ACEITE DE CARTER DE LOS MOTORES MTU.....	15
2.1. DEFINICIÓN ACEITE DE CARTER.....	16
2.1.1. Funciones Secundarias del Aceite de Carter	16
2.2. PROPIEDADES DEL ACEITE DE CARTER	17
2.3. TIPOS DE ACEITES.....	17
2.3.1. Aceites minerales.....	17
2.3.2. Aceites sintéticos	18
2.3.3. Aceites semi-sintéticos	18
2.3.4. Aceites mono-grados.....	19
2.3.5. Aceites multi-grado	19
2.4. FILTROS DE ACEITE	19
2.4.1. Filtros de aceite de flujo total	20
2.4.2. Filtros de aceite centrífugos.....	20
2.5. AUTORIZACION DE ACEITES DE CARTER PARA MOTORES MTU.....	20
2.5.1. Categoría de aceite 1.....	21
2.5.2. Categoría de aceite 2.....	21
2.5.3. Categoría de aceite 2.1.....	21
2.5.4. Categoría de aceite 3.....	21
2.5.5. Categoría de aceite 3.1.....	21
2.5.6. Aceites "low saps".....	21
2.5.7. Aceites de motor para motores con tratamiento posterior de gases de escape (AGN)	21

2.6.	SELECCIÓN DE ACEITE POR CLASE DE VISCOSIDAD	22
2.7.	TIEMPOS DE SERVICIO DE ACEITES EN MOTORES MTU DIESEL.....	23
2.7.1.	Tiempos de servicio.....	23
2.7.2.	Excepciones en los tiempos de servicio	24
2.8.	ANÁLISIS DE LOS ACEITES DE CARTER DE MOTORES MTU	24
2.8.1.	Análisis de aceite de carter para optimizar el servicio en los motores MTU	24
2.8.2.	Análisis de aceite de carter para determinar posibles desgastes en el motor MTU	25
2.8.3.	Análisis de aceites usados para verificar si se pueden seguir ocupando	25
2.9.	ACEITES DE MARCA SHELL QUE CUMPLEN CON LOS REQUISITOS DE MTU	26
3.	CAPÍTULO EVOLUCIÓN EN LAS NORMAS ASTM, API, ACEA Y SAE, PARA ACEITES DE CARTER.....	27
3.1.	NORMAS PARA ACEITES DE CARTER AMERICANAS SAE, API Y ASTM ...	28
3.2.	EVOLUCIÓN NORMAS ASTM	29
3.2.1.	ASTM D92 – 18.....	29
3.2.2.	ASTM D93 – 18.....	29
3.2.3.	ASTM D445 - 19	30
3.2.4.	ASTM D2896 – 15	30
3.2.5.	ASTM D2982 - 13.....	30
3.2.6.	ASTM D3244 - 18.....	31
3.2.7.	ASTM D4485 – 18a	31
3.2.8.	ASTM D4683 - 17.....	32
3.2.9.	ASTM D4684 - 18.....	32
3.2.10.	ASTM D4741 - 18.....	32
3.2.11.	ASTM D5293 – 17a	32
3.2.12.	ASTM D5481 - 13.....	33
3.2.13.	ASTM D6278 – 17e1.....	33
3.2.14.	ASTM D6304 – 16e1.....	33
3.3.	EVOLUCIÓN NORMAS API	34
3.3.1.	Actual clasificación para de aceites de carter (API 1509)	34
3.3.2.	Anexo E - API 1509	36
3.3.3.	Sistema voluntario de certificación de lubricantes (EOLCS) de API.....	37
3.4.	EVOLUCIÓN NORMAS SAE.....	37
3.4.1.	Clasificación SAE por estándar	38
3.5.	EVOLUCIÓN NORMAS ACEA.....	43
3.5.1.	Clasificación E de ACEA: Para motores diesel de trabajo pesado.....	43
4.	CAPÍTULO MERCADO DEL ACEITE DE CARTER Y ACEITES USADOS.....	45
4.1.	USO DE ACEITES DE CARTER EN MOTORES MINEROS	46

4.2.	MERCADO DEL ACEITE DE CARTER	47
4.2.1.	Mercado de los aceites de carter de motores pesados en Chile.....	48
4.2.2.	Consumo de aceites de carter en Chile	48
4.3.	ACEITES USADOS	48
4.3.1.	Destino de los aceites de carter usados en Chile	49
4.3.2.	Destinos ilegales de los aceites de carter usados en Chile	51
4.3.3.	Riesgos para el ser humano	51
4.3.4.	Riesgos para el aire.....	51
4.3.5.	Riesgos para el agua	51
4.3.6.	Riesgos para el suelo.....	52
4.3.7.	Codificación de los aceites usados	52
4.3.8.	Buenas prácticas en los cambios de aceite y cambios de filtros de aceite	53
4.3.9.	Recolección de aceites usados	54
4.3.10.	Obligaciones del generador de aceites usados.....	54
4.3.11.	Sistema de declaración y seguimiento de residuos peligrosos	56
	CONCLUSIONES.....	58
	RECOMENDACIONES.....	59
	BIBLIOGRAFÍA.....	60
	WEBGRAFIA.....	61
	ANEXOS.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1-1. Aceite de carter
- Figura 1-2. Procesos para obtener una base de aceite convencional
- Figura 2-1. Clases de viscosidad
- Figura 4-1. Venta de aceites por sector en Chile
- Figura 4-2. Venta de aceites por tipos de servicio en Chile
- Figura 4-2. Manejo de Aceites usados

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1-1. Categorías de aceite API de grupos según su base
- Tabla 1-2. Comparación de las propiedades de los aceites base
- Tabla 2-1. Autorización para categoría de aceite de motores MTU con tecnología de gases de escape
- Tabla 2-2. Tiempos de servicio de aceite para MTU
- Tabla 3-1. Publicaciones SAE J 183
- Tabla 3-2. Publicaciones SAE J300 "Grados de Viscosidad"
- Tabla 3-3. Clasificación de viscosidad (SAE J300 año 2015)
- Tabla 3-4. Publicaciones SAE J357
- Tabla 3-5. Publicaciones SAE J1423

SIGLAS

SAE	:	Sociedad de Ingenieros Automotrices
ASTM	:	Sociedad Americana para Pruebas y Materiales
API	:	Instituto Americano del Petróleo
ACEA	:	Asociación de Constructores Europeos
DS Nº 148	:	Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos en Chile
MTU	:	Motoren- und Turbinen- Union "Unión fabricante de motores y turbinas"
EOLCS	:	Sistema voluntario de certificación de lubricantes
ILSAC	:	Consultivo Internacional Lubricante Especificación
EMA	:	Asociación de Fabricantes del motor

SIMBOLOGÍAS

°	:	Grados
%	:	Porcentaje
°C	:	Grados Celsius
>	:	Mayor
<	:	Menor
mm	:	milímetro
mmHg	:	milímetros de mercurio
kg/cm ²	:	Kilogramos por centímetro cuadrado
mgKOH/g	:	miligramos de Hidróxido de Potasio que contiene un gramo de aceite
TBN	:	índice de basicidad total
s	:	segundo
mm ² /s	:	milímetros cuadrados por segundo
mg/kg	:	miligramo por kilogramo
ppm	:	Partes por millón
Pa	:	pascal
MPa·s	:	mega pascal de segundos
cp	:	centipoise
cSt	:	Centistokes
Kg	:	kilogramo

INTRODUCCIÓN

El aceite de cárter es muy usado en estos tiempos, aunque no siempre fue así, para llegar a esto se llevaron a cabo un largo camino, mejorando las cualidades de estos en base a pruebas y descubrimientos que se realizaron a lo largo con el tiempo. Los primeros lubricantes no fueron de origen fósil o derivados del petróleo, sino que estos eran aceites vegetales o animales. En sus inicios el petróleo se usaba sobre todo en iluminación, lubricantes y la industria. Fue en 1886 con la llegada del motor a combustión interna cuando ocurrió el surgimiento en la demanda de combustible para transporte. Al principio era en Rusia donde se encontraban la mayor cantidad de depósitos de petróleo. Las grandes empresas al ver el largo camino que era viajar a Rusia siempre, empezaron a buscar reducir su dependencia de Rusia y buscar nuevos yacimientos expandiéndose a África y Sudamérica. Durante las guerras mundiales hubo una gran caída en la venta de vehículos, debido a que nadie quería salir a la calle, además estos elementos eran usados como prioridad en la guerra y no fue sino hasta después de la Segunda Guerra Mundial, que apareció un nuevo boom en el uso de los automóviles.

En 1969 se produjo una crisis de petróleo en donde se redujo la producción e incrementaron los precios. En cuestión de semanas los países de la OPEP cuadruplicaron el precio del petróleo e impusieron un boicot durante dos meses. Esto produjo un efecto en Occidente el cual fue económicamente catastrófico. En los años '70 se buscan nuevos recursos en los yacimientos petrolíferos en el del Mar del Norte y Sudamérica, dado los reducidos suministros de Medio Oriente. La década del 90 fue importante para el avance en la industria minera, ya que MTU y Detroit diesel comenzaron a trabajar en conjunto creando los motores serie 2000 y 4000, además desde mediados de los '90, la vigilancia pública de la industria petrolera se intensificó a medida que las cuestiones ambientales ganaban protagonismo, las cuales siguieron hasta el día de hoy en donde se tiene una gran cantidad de normas para reducir la contaminación que nos afecta.

El aceite lubricante de cárter se consigue gracias a diversos procesos realizados al petróleo posterior a la extracción, con el que se consigue el aceite de base mineral, el cual sigue unos procesos antes de convertirse en un aceite lubricante de cárter que sea eficaz. Existen también los aceites de base sintéticos los cuales se crean de manera química agregando aditivos. Hoy en día ha aparecido el aceite semi-sintético que es una mezcla entre uno mineral y uno sintético, mejorando las cualidades a un menor precio que uno sintético.

A medida que fue evolucionando el campo automotriz fueron creadas distintas entidades encargadas de realizar las normas ligadas a los aceites de carter (SAE, API, MIL, ACEA y ASTM) las cuales ayudaron a su mejora realizando pruebas y ensayos.

Los motores MTU juegan un papel muy importante en la industria chilena hoy en día, ya que tienen una gran gama de aplicaciones, destacándose su uso en la minería, que es la principal fuente de recursos en Chile. Por esto se hace muy importante el conocer las cualidades presentes en los aceites de carter de motores MTU, preocupándose de un uso ideal de estos, ya que la industria minera chilena depende de ello. En Chile MTU está asociado con Detroit y solo ellos pueden distribuir este tipo de motores.

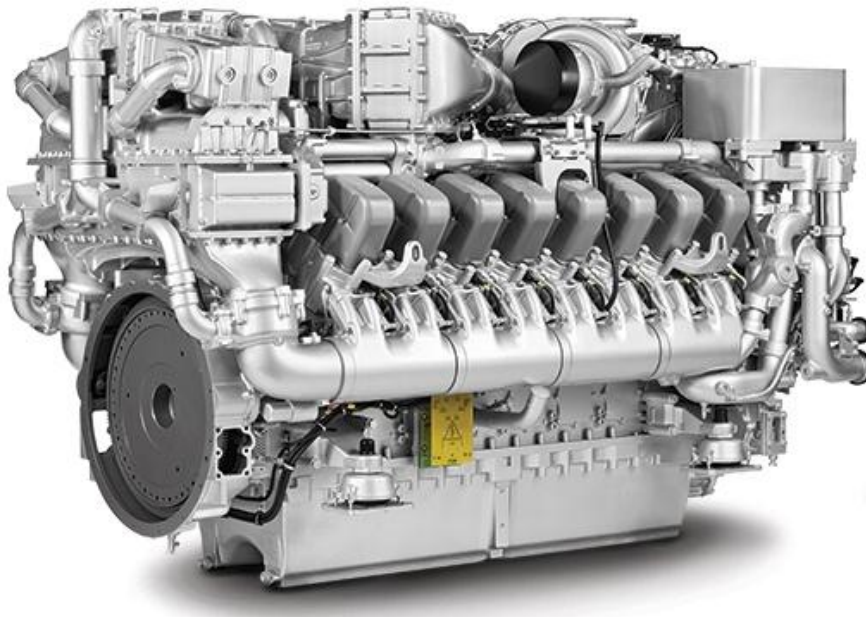
1. CAPÍTULO ACEITE BASE Y ADITIVOS

1.1. ACEITES DE CARTER EN MOTORES MTU

Los aceites hoy en día cumplen una función imprescindible en el motor de combustión interna.

Antiguamente la lubricación se realizaba por medio de aceites vegetales y animales, siendo los aceites de ballena los más ocupados para disminuir la fricción y el desgaste, cabe destacar que no eran ocupados en motores de combustión interna, estos eran ocupados en elementos motrices. Con el paso del tiempo apareció la industria automotriz y cada vez fue creciendo.

Cuando se descubrió el petróleo, se dieron cuenta que tenía más propiedades que los aceites vegetales y animales que se ocupaban en la época, tiempo más tarde y gracias a los científicos se inventó la destilación al vacío, en donde el petróleo era separado en categorías y en una de esas categorías estaban los aceites minerales. Hoy en día los aceites de carter deben cumplir con las altas exigencias de los motores a combustión interna, sobre todo con los motores pesados, como los MTU. En Chile, MTU está representado por Detroit S.A. que cuenta con una amplia red de cobertura, esta cuenta con sucursales y asistencia de servicio técnico las 24 horas todos los días del año para asegurar un óptimo funcionamiento de los motores en todas las operaciones en que se demande potencia confiable en forma continuada. Los más usados son los motores MTU series 1300 a 1500 y generadores series 1600, 2000 y 4000. En la figura 1-1 se muestra un motor serie 4000 de MTU.



Fuente: <https://www.mtu-online.com>

Figura 1-1. Motor MTU serie 40

1.2. ACEITE BASE

Para obtener un aceite de motor hoy en día se necesitan llevar a cabo diferentes tipos de tratamientos, ya que un aceite de motor según sea el caso, está compuesto por un aceite base mineral más aditivos (aceite mineral), aceite base sintética más aditivos (aceite sintético) o aceite base mineral más aceite base sintética y aditivos (aceite semi-sintético).

Para obtener una base lubricante, se deben llevar a cabo diferentes etapas, lo primero es hacer una destilación atmosférica del petróleo, en segundo que se le debe realizar es una destilación a vacío de residuos de la destilación atmosférica, que a su vez produce residuos de vacío, los que deben pasar por tres etapas para convertirse en un aceite base mineral del grupo I desfaltación, desaromatización y desparafinación.

Para obtener aceites bases minerales del grupo II o III, se debe llevar a cabo un procedimiento llamado Hidrocraqueo del gasóleo producido en la destilación atmosférica.

1.2.1. Características que deben presentar las base lubricantes

Las bases lubricantes deben presentar una serie de cualidades para ser llamadas como tal.

1.2.1.1. Viscosidad cinemática (cSt)

Esta propiedad indica que tan pesada es la base lubricante. Las bases más ligeras tienen una viscosidad en torno a 2 cSt a 100 °C, mientras que las más pesadas están en torno a 45 cSt a 100 °C.

1.2.1.2. Índice de Viscosidad (IV)

Este índice indica la capacidad de un lubricante de mantener constante su viscosidad en un amplio rango de temperaturas. Determina la forma en que la viscosidad varía con la Temperatura (a 40 °C y 100 °C). Un índice de viscosidad alto indica que el cambio de viscosidad con la T es pequeño, mientras que un índice de viscosidad bajo indica el cambio de viscosidad con la T es alto. Se desea que el índice de viscosidad sea lo más alto posible, ya que eso significa que la lubricación de las superficies es relativamente similar a todas las temperaturas.

1.2.1.3. Punto de inflamación

Es la temperatura a partir de la cual una sustancia arde si se le aplica una llama al menos durante 5 segundos. Mientras mayor es su viscosidad cinemática, mayor es su punto de inflamación.

1.2.1.4. Punto de congelación

Es la temperatura a la cual el producto se congela, e indica la temperatura mínima de uso. Las bases convencionales tienen un punto de congelación en torno a los -9 °C, pero el de las sintéticas es considerablemente inferior (-20 a -60 °C).

1.2.1.5. Volatilidad

Es el porcentaje de producto que, bajo determinadas condiciones de temperatura, se evapora.

1.2.1.6. Azufre

El contenido en azufre mide el grado de refinamiento de la base lubricante, cuanto menor es el contenido de azufre mayor es el refinamiento y por ende mayor es la calidad. La tendencia actual del mercado es una disminución progresiva del azufre hasta que en la práctica su presencia en el aceite y combustibles sea prácticamente nula.

1.2.1.7. Composición hidrocarbonada

La composición hidrocarbonada (sólo para bases convencionales) marca las propiedades de la base. Lo deseable es un alto contenido en hidrocarburos saturados lineales y ramificados, que proporcionan un alto índice de viscosidad.

1.2.2. Tipos de bases lubricantes

Las bases lubricantes se clasifican en bases minerales y bases sintéticas, pero también hoy en día en el mercado se ocupan bases regeneradas a partir de aceites usados, las cuales corresponden al 15 % del aceite.

Tanto las bases minerales como sintéticas se subdividen, según su índice de viscosidad y cantidad de azufre, en cinco categorías las cuales se encuentran normalizadas en API 1509

1.2.3. Bases minerales

Las bases minerales se clasifican en tres tipos, dependiendo del índice de viscosidad y azufre presente en ellas, y son normalizadas bajo API 1509. En el pasado se utilizaba aceite mineral nafténico o aceite mineral aromático, pero se dejaron de utilizar, debido a que no eran estables en la oxidación del aceite y además poseían propiedades inferiores a los aceites minerales del grupo I.

1.2.3.1. Bases convencionales (grupo I API) y procesos que se llevan a cabo para conseguirlos

Para conseguir este tipo de bases, se deben llevar a cabo los siguientes procedimientos de manera ordenada.

- A. Destilación atmosférica (Presión de 0.800 kg/cm² (588,447 mmHg)): Este es el primer paso de la refinación del petróleo, ingresa crudo virgen al iniciar la destilación atmosférica, después de pasar diferentes procesos, llega a la torre fraccionadora y esta separa el crudo dependiendo de la volatilidad de los productos que componen el crudo. Para la producción del aceite, se ocupa el residuo proveniente de la destilación atmosférica, el cual se separa de los demás productos a una temperatura de 370 °C.
- B. Destilación al vacío (Presión de 20 mmHg): el residuo que resulta de la destilación atmosférica, es nuevamente tratado con una destilación a vacío de la cual se obtienen residuos de vacío, a una temperatura de 390 °C.
- C. Desfalcación: Posteriormente de la destilación a vacío, se lleva a cabo la desfalcación de los residuos de vacío con propano líquido, obteniéndose lubricantes brutos.
- D. Desaromatización: Los lubricantes brutos obtenidos contienen hidrocarburos con una cantidad de 20 a 30 átomos de carbono, por lo que son sometidos a un proceso de desaromatizado que consiste en una extracción con furfural con objeto de eliminar los hidrocarburos aromáticos. El proceso de desaromatizado aumenta el índice de viscosidad, disminuye el contenido en azufre y rebaja el punto de congelación.
- E. Desparafinación: El producto resultante de la extracción con furfural es sólido debido a su alto contenido en parafinas, por ello se somete a una operación denominada desparafinado. Este proceso consiste en eliminar hidrocarburos con altos puntos de fusión (hidrocarburos denominados parafinas). Las parafinas se eliminan disolviendo el aceite con una mezcla de tolueno y 2-butanona, que es enfriada a -5°C hasta que las parafinas se cristalizan y se eliminan por filtración. Así se obtienen las bases convencionales del grupo I

(Aceite mineral parafinico), que actualmente constituyen el 92% de la producción mundial. Estos presentan un índice de viscosidad entre 80 y 120.

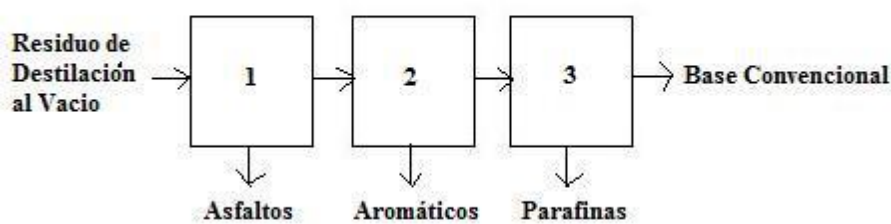


Figura 1-2. Procesos para obtener una base de aceite convencional

- 1: Desfaltación
- 2: Desaromatización
- 3: Desparafinación

1.2.3.2. Bases no convencionales (Grupos II y III API)

Las bases no convencionales son de dos tipos (Grupo II y III de API) y se obtienen producto del hidrocrackeo del gasóleo. El hidrocrackeo es un proceso que combina el craqueo catalítico y la hidrogenación, y producto de él se obtiene bases del grupo II con índices de viscosidad de 115 y bases del grupo III con índice de viscosidad de 125. En el proceso se utiliza Hidrógeno, Presión (>200 atm) y Temperatura (>400 °C), en la etapa de hidrotratamiento, se retira azufre y nitrógeno, obteniéndose aceites base con índice de viscosidad superiores a 115 (grupo II).

Posteriormente se produce la hidroisomerización, estos son procesos de isomerización de parafinas en el que se transforman las n-parafinas en iso-parafinas generando aceites base de índice de viscosidad superior a 120 (grado III).

Para terminar este proceso se lleva a cabo un desparafinado.

En la tabla 1-1 se muestran las cualidades de cada tipo de categoría de aceites (API 1509).

Base Lubricante	Categoría	Proceso	Azufre (%)		Moléculas saturadas	Índice de viscosidad
Mineral	Grupo I	Refinado	>0.0	y/o	<90	80 a 120

			3			
	Grupo II	Hidrocraqueo	<0.0 3	y	>90	80 a 120
	Grupo III	Hidrocraqueo	<0.0 3	y	>90	>120
Sintético	Grupo IV	PAO - Polialfaolefina				
	Grupo V	Todos los aceites base no incluidos en los grupos I, II, III o IV				

Tabla 1-1. Categorías de aceite API de grupos según su base

1.2.3.3. Limitaciones de las bases minerales

- A temperaturas por debajo de -20 °C las bases minerales tienden a congelarse, por lo que se les debe añadir aditivos para cubrir esta limitación.
- A temperaturas por encima de 180 °C incrementan la viscosidad en el aceite, causando problemas en la lubricación.
- Cuando se trabaja a altas temperaturas, las bases minerales reaccionan más fácilmente con el oxígeno del aire, formando residuos que espesan el aceite.
- Desde el punto de vista medioambiental los aceites base de origen mineral no son completamente biodegradables.

1.2.4. Bases sintéticas

Las bases sintéticas se utilizan en aquellas aplicaciones en los que los aceites minerales no son recomendables.

Las ventajas que presentan son las siguientes:

- Son aptas a menores temperaturas de funcionamiento
- Mayor estabilidad a la oxidación (temperatura de trabajo más alta)
- Mayor índice de viscosidad (rango de operación más amplio y menor dosis de aditivos)
- Menor volatilidad
- Mejor lubricidad
- mejor comportamiento ambiental
- Baja toxicidad
- Combustión limpia
- Resistencia al fuego (aplicaciones especiales hidráulica)
- Al ser más eficaces disminuyen el consumo de combustible

1.2.4.1. Clasificación de las bases sintéticas

Las bases sintéticas se clasifican en tres grandes grupos:

- Hidrocarburos sintéticos
- Esteres sintéticos
- polioxietilenos

1.2.4.1.1. Hidrocarburos sintéticos

Entre los tipos de bases de Hidrocarburos sintéticos se encuentran las polialfaolefinas (PAO), que son las bases sintéticas más usadas en la actualidad. Las PAO son lubricantes sintéticos obtenidos a partir de gas etileno en un proceso en dos etapas. En la primera etapa se produce el proceso de polimerización de etileno. En la segunda etapa se lleva a cabo una hidrogenación en presencia de catalizadores metálicos (Ni o Pd) y por último se purifican por destilación.

- A. Fortalezas
 - Alto índice de viscosidad (Aprox. 130).
 - Alta estabilidad a la oxidación térmica.
 - Buenas propiedades de fluidez a bajas temperaturas.
 - No tóxico.
 - Compatible con aceites minerales.
- B. Debilidades
 - Encogimiento de los sellos
 - Problemas para disolver algunos aditivos.
 - Poca resistencia al fuego
 - Mala biodegradabilidad.

En la tabla 1-2 se muestran las diferencias en las cualidades de las propiedades de aceites, pertenecientes a los 4 grupos principales de API 1509.

Propiedad	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Oxidación y estabilidad térmica	bueno	mejorado	mejor	máximo
volatilidad	bueno	Buena a muy buena	mejor	máxima
solvenia	Muy bueno	Bueno a malo	malo	bueno
Uso a bajas temperatura	bueno	bueno	Bueno a muy bueno	máximo

Eficiencia de la lubricación	buena	buena	mejor	máxima
------------------------------	-------	-------	-------	--------

Tabla 1-2. Comparación de las propiedades de los aceites base

1.3. **Historia del uso y desarrollo de aditivos**

A mitad del siglo 19 se agregó grasa animal al aceite del lubricante usado en cilindros de vapor con el objeto de mejorar la lubricación.

1855 se da la primera patente cubriendo el uso de hule en pequeñas cantidades en el aceite mineral para mejorar la lubricación.

En 1867 se da la primera patente cubriendo un mejorador de índice de viscosidad, previamente se usaba hule para mejorar las características, pero no dio resultado.

En 1872 se adiciono azufre para mejorar las características de estabilidad a la oxidación del aceite lubricante.

En la década del 30 aparecieron los aceites sintéticos, lo que produce un quiebre en el uso de aceites minerales, y se comienzan a ocupar aditivos, para cubrir los severos requisitos de servicio para los lubricantes de motores. Al termina esta década se inicia la venta de aceites tratados con aditivos a través de las estaciones de servicio.

En la década del 60 ocurre otro gran avance, en donde se comenzaron a ocupar aditivos dispersantes sin cenizas y además se evalúo el ocupar aditivos con detergencia en aceite de motores de gasolina y diesel para manejo en ciudad.

1.4. **ADITIVOS**

Los aditivos son productos químicos que intervienen en la formulación de un lubricante para mejorar o reforzar sus propiedades.

Hay cuatro grandes compañías que dominan el mercado de los aditivos: Infineum, Lubrizol, Oronite (Chevron) y Ethyl Corporation.

La proporción de aditivos incorporados a una base lubricante ha aumentado en los últimos años alcanzando una tasa en torno al 25-30% del total de un aceite, el resto es el aceite base (70-75%). Los aditivos cumplen dos finalidades fundamentales.

- Proteger la superficie metálica.
- Mejorar las propiedades del aceite base.

1.4.1. Tipos de aditivos

1.4.1.1. Mejoradores de índice de viscosidad

Este tipo de aditivos mejora la relación de viscosidad-temperatura del aceite, esto es que la viscosidad del aceite cambie poco con las variaciones en la temperatura de operación. Son generalmente polímeros de alto peso molecular que a bajas temperaturas tienen su cadena ovillada y a medida que la temperatura aumenta se va extendiendo, aumentando de esa forma la viscosidad del aceite.

1.4.1.2. Depresores del punto de fluidez o punto de escurrimiento

Empleados en aceites parafrínicos con el fin de que se puedan utilizar a temperaturas mucho más bajas que si solo se utilizara la base lubricante. Las parafinas que están en el lubricante se tienden a cristalizar a medida que baja la temperatura, lo cual trae como consecuencia la disminución de fluidez del aceite. Estos aditivos retardan la cristalización de las parafinas cambiando la forma y tamaño de los cristales mediante un efecto de absorción, sin interferir con las propiedades del aceite.

1.4.1.3. Inhibidores de la oxidación (Antioxidantes)

Cuando un lubricante entra en contacto con aire, inevitablemente se oxida, con una cierta velocidad dependiendo de las características del aceite y de la temperatura. Los aditivos antioxidantes son compuestos que retardan los procesos de oxidación y degradación del aceite, en su mayoría son aminas y fenoles.

1.4.1.4. Inhibidores de la corrosión (anticorrosivos)

Este tipo de aditivos protege los metales no ferrosos susceptibles a la corrosión por la acción de ácidos presentes en el aceite, los cuales pueden tener su origen en los ácidos orgánicos generados por la oxidación del aceite y/o por los ácidos provenientes del proceso en el cual está involucrado el funcionamiento del motor.

1.4.1.5. Inhibidores de la herrumbre (Antiherrumbre)

Es inevitable que el aceite se contamine con agua y esta a su vez provoca la herrumbre de las aleaciones ferrosas.

Los aditivos antiherrumbre son compuestos que previenen la formación de herrumbre evitando que el agua tome contacto con el metal.

1.4.1.6. Antimulsionantes

Estos aditivos facilitan la separación de fluidos, por lo que son muy útiles cuando el aceite se mezcla con agua, evitando la pérdida de lubricación.

1.4.1.7. Mejoradores del poder detergente

Estos aditivos son sustancias que actúan como el jabón común que dispersa las partículas sucias en los aceites. Mantienen en suspensión las partículas contaminantes, evitando la formación de depósitos como lacas, barnices, lodo y hollín los cuales son originados en el motor por los productos de combustión incompleta y por la oxidación del aceite.

1.4.1.8. Mejoradores del poder dispersante

Este tipo de aditivos están encargados de transportar la suciedad arrancada por los aditivos detergentes hasta el filtro o cárter del motor. Estos aditivos tienen una función similar a los detergentes, con la diferencia de que no contienen metales, por lo cual son conocidos como "dispersante sin cenizas" y controlan principalmente la formación de lodos.

1.4.1.9. Antiespumantes

Estos aditivos unen las burbujas del aire que se encuentran en suspensión en el aceite produciendo puntos débiles en ellas lo que hace que se revienten formando burbujas más grandes las cuales suben más rápidamente a la superficie del depósito y por lo tanto se liberan. La formación de espuma en un lubricante es motivo de serios problemas, debido a que acelera los procesos de oxidación y reduce la efectividad de la lubricación.

1.4.1.10. Antidesgaste (AW)

Estos aditivos se utilizan para reducir la fricción y el desgaste. Formando una película protectora órgano-metálica, evitando así el contacto metal-metal. Estos operan bajo condiciones de lubricación mixta y a cargas y temperaturas bajas.

1.4.1.11. Extrema Presión (EP)

Bajo condiciones de carga muy severas se puede producir microsoldadura.

Los aditivos extrema presión son muy estables a bajas temperaturas, pero cuando se produce una elevación de temperatura localizada por contacto incipiente metal con metal se descomponen y evitan la microsoldadura.

1.4.1.12. Modificadores de fricción

Este tipo de aditivos en algunas aplicaciones se requiere que exista una gran diferencia entre los coeficientes de fricción estático y dinámico entre piezas que alternativamente entran en contacto y están lubricadas por aceite. En otras en cambio se requiere que la diferencia entre ambos coeficientes sea mínima.

Los modificadores de fricción son compuestos que permiten en cada caso lograr las características óptimas requeridas, ya que están diseñados para reducir la fricción entre el punto que se pierde la lubricación hidrodinámica y la lubricación límite, reduciendo las fricciones en el rango de lubricación mixta.

En Lubricación hidrodinámica, las dos superficies metálicas están separadas por una película de lubricante y el desgaste es producido por la deformación plástica inducida por los esfuerzos transmitidos a través de la película de fluido.

En Lubricación mixta aparecen puntos de contacto entre las dos superficies y el peso de la carga es compartido por la película del fluido y por las asperezas en contacto.

En Lubricación límite las dos superficies metálicas están en contacto y la película del lubricante no existe debido al efecto de las cargas.

1.4.2. Uso de aditivos para aceites de carter MTU ya autorizados

Los aceites de motor autorizados para su empleo en MTU han sido desarrollados especialmente para este tipo de motores. Poseen todas las propiedades requeridas. Por tanto, es superfluo el uso de aditivos adicionales y, en ciertas circunstancias, incluso perjudicial. Ya que un uso indiscriminado de aditivos en un aceite puede ocasionar problemas de desgaste en el motor, si la cualidad de limpieza del aditivo es muy buena, podría sacar trozos desde el interior del motor.

**2. CAPÍTULO INDICACIÓN DE FUNCIONES Y PROPIEDADES DEL ACEITE DE
CARTER. DEFINICIÓN DE LOS ACEITES MINERALES, SINTÉTICOS, SEMI-
SINTÉTICOS, MONO-GRADO Y MULTI-GRADO, FILTROS DE ACEITE.
PRESCRIPCIONES DE SERVICIO DE ACEITE DE CARTER DE LOS
MOTORES MTU.**

2.1.DEFINICIÓN ACEITE DE CARTER

El motor de combustión interna en su interior está compuesto por partes móviles que generan roces entre sí, produciéndose un desgaste entre ellas al funcionar dichas piezas.

Para disminuir este roce y el desgaste generado por el funcionamiento de las piezas, se emplea un aceite lubricante, que tiene como función, lubricar las partes móviles para que la pérdida de potencia generada por el roce sea mínima. Cabe destacar que esta no es la única función que posee el aceite, también tiene otras que son secundarias.

Los aceites de carter desempeñan un papel vital en la protección de motores y sistemas. Diseñados esencialmente para maximizar el rendimiento y proteger su motor contra el desgaste dañino, la corrosión y las partículas, los aceites además brindan una limpieza del pistón incluso bajo una alta carga térmica. También cuentan con un excepcional control de consumo y estabilidad térmica, manteniendo su viscosidad específica y reduciendo el corte incluso en aplicaciones severas.

2.1.1. Funciones Secundarias del Aceite de Carter

El aceite de carter aparte de las funciones principales debe cumplir unas funciones secundarias.

2.1.1.1. Refrigerar

Actuando como un refrigerante al disipar el calor generado por las partes móviles del motor.

2.1.1.2. Reducir Ruido

El aceite lubricante deja una película de aceite entre las partes móviles, produciendo una absorción de los choques entre estas piezas, reduciendo el ruido del motor y alargando su vida útil.

2.1.1.3. Sellar

Evitando que la potencia generada por la combustión se disperse en dirección al cárter, al constituir un buen sellado entre los anillos de los pistones y las paredes de los cilindros.

2.1.1.4. Limpiar

Debido a que el aceite circula por el interior del motor retornando al cárter, este arrastra consigo partículas de carbón, metálicas y de suciedad (actúa como agente limpiador). Las partículas pequeñas quedan al interior del filtro de aceite, mientras que las más grandes se depositan en el cárter.

2.2. PROPIEDADES DEL ACEITE DE CARTER

Si bien el aceite de carter tiene diversas funciones también tiene una gran cantidad de propiedades que debe presentar para un correcto funcionamiento, estas son:

- Viscosidad.
- Índice de viscosidad
- Resistencia a la oxidación.
- Resistencia a la formación de carbonilla.
- Resistencia a la corrosión.
- Resistencia a la herrumbre.
- Resistencia a las presiones extremas.
- Resistencia a la formación de espumas.

2.3. TIPOS DE ACEITES

Existen tres tipos de aceites uno es el aceite mineral, el cual posee una estructura de una base mineral junto a aditivos. Otro es el aceite sintético, el cual posee una estructura de una base sintética junto a aditivo. Por último, el aceite semi-sintético, el cual posee una estructura de una base mineral más una base sintética y aditivos.

2.3.1. Aceites minerales

Los aceites minerales son una combinación de aceites base mineral pertenecientes a los grupos I, II y III con aditivos. Dependiendo de la base del aceite las propiedades varían.

2.3.2. Aceites sintéticos

El aceite sintético es un producto químico no procedente del petróleo, que se obtiene por procesos de sintetización, en los cuales, se modifica la estructura molecular de sus componentes y se eliminan las partículas minerales no deseables. El aceite sintético se creó para ser un sustituto del aceite mineral. Hoy en día a los aceites sintéticos también se le agregan aditivos para ser ocupados en los motores.

La diferencia entre un aceite de base mineral y uno de base sintética, se encuentra en su estructura molecular, mientras el aceite mineral posee una compleja mezcla de sus hidrocarburos, el aceite sintético posee una estructura molecular controlada con propiedades predecibles.

Las propiedades presentes en los aceites sintéticos los hacen apropiados para motores como el MTU, que son sometidos a altas prestaciones de servicio muy severas. Además, a pesar de costar más que un aceite de base mineral, posee una duración más prolongada, lo que permite mayores periodos para el cambio de aceite.

Las ventajas un aceite sintético, son las siguientes:

- Buena fluidez a bajas temperaturas.
- Mayor estabilidad térmica.
- Mayor índice de viscosidad.
- Alta resistencia a la oxidación con elevadas temperaturas.
- Reduce la fricción.
- Mayor durabilidad.

2.3.3. Aceites semi-sintéticos

Este aceite está compuesto por una base de aceite mineral, al cual se le añaden aceite sintético y cierta cantidad de aditivos.

Las diferencias de un aceite semi-sintético respecto a uno mineral, son las siguientes:

- Mayor índice de viscosidad.
- Mayor durabilidad, ya que posee las cualidades de un aceite sintético.
- Mayor resistencia a la oxidación.
- Puede disminuir el consumo de combustible.
- Contamina menos que un aceite mineral.

2.3.4. Aceites mono-grados

Estos aceites de carter, tal como lo define por el sistema de clasificación SAE J 300, satisfacen un único requisito (invierno o verano). El sistema de clasificación SAE J 300 ha establecido 15 grados de viscosidad de los cuales 6 son para invierno y 9 para verano. Cuanto menor es el grado viscosidad, menor va hacer el rango de temperatura que se puede usar este aceite de carter. En el caso de los aceites de carter de verano, cuando el grado de viscosidad aumenta mayor es el rango de temperatura que este aceite de carter puede operar.

2.3.5. Aceites multi-grado

A diferencia de los aceites de carter mono-grados que cubren un rango de temperatura especificado, en los aceites multigrados el rango de temperatura de operación es más amplio. Estos aceites se hacen mezclando aceites de baja volatilidad con aditivos que mejoran el índice de viscosidad, mejorando así la relación temperatura vs viscosidad.

Las Ventajas de un aceite multigrado son las siguientes:

- Mejora la partida a bajas temperaturas.
- Excelente rendimiento a altas temperaturas.
- El aceite se puede ocupar para todo el año, manteniendo una viscosidad más o menos estable, independiente de la Temperatura Ambiente.
- Mejora la economía general del combustible, menos tiempo de ralentí y menos tiempo de calentamiento.
- Menos consumo de batería, debido a un arranque más rápido en frío.
- Protegen el motor a un rango más alto de temperaturas, que un aceite mono-grado.

2.4.FILTROS DE ACEITE

Estos protegen áreas críticas del motor de partículas dañinas y contaminantes que pueden causar un desgaste prematuro y reducir la vida útil de los componentes.

Están diseñados para resistir el taponamiento prematuro y el colapso, incluso en condiciones severas, para que se pueda contar con ellos para una filtración durante todo el intervalo de servicio.

Actualmente en los motores MTU se ocupan generalmente 2 tipos de filtros de aceite, los filtros de aceite de flujo total y los filtros de aceite centrífugos.

2.4.1. Filtros de aceite de flujo total

Dependiendo del tipo de motor, la cantidad de filtros de aceite en este varía.

Un motor MTU serie 4000 uno de los más usados en Chile, posee cinco filtros de aceite de flujo total y dos filtros de aceite centrífugos.

Actualmente en los motores de tercera generación, se han reemplazado a los filtros de aceite de flujo total por filtros de aceite automáticos, para reducir costos de mantención.

2.4.2. Filtros de aceite centrífugos

Con los avances de la tecnología inteligente, se logró crear un filtro centrífugo de aceite, que ayuda a que la filtración sea más eficiente.

Durante la combustión de los combustibles diesel, se forman partículas de hollín y algunas de ellas pueden pasar al aceite lubricante. Los aceites modernos que contienen aditivos atrapan estas partículas de hollín con el fin de evitar los depósitos de sedimentos en el motor. Como consecuencia más y más partículas que inducen al desgaste espesan el aceite del motor.

El rotor del filtro centrífugo de aceite gira por la presión del flujo de aceite desviado. Dependiendo de la temperatura y la viscosidad del aceite, puede llegar a más de 10.000 revoluciones por minuto, como resultado de esto, las impurezas en el aceite se presionan contra la pared exterior de la centrífuga, se comprimen y son absorbidas. De este modo, los rotores de centrifugación liberan en forma segura al aceite incluso de las más pequeñas partículas sólidas, tales como polvo, abrasión y partículas de hollín.

- La manera más eficaz proteger un motor MTU, es usar tanto filtros y aceites genuinos, ya que trabajan en perfecta armonía con el equipo, maximizando el rendimiento y prolongando su vida útil.

2.5. AUTORIZACION DE ACEITES DE CARTER PARA MOTORES MTU

Un aceite para ser usado en un motor MTU debe cumplir requisitos para su autorización, estos requisitos son normas al interior de la empresa encargada de los motores MTU, aunque uno podría hacer un aceite para motor sin seguir estas normas, al no ser aprobado por ellos no será reconocido como un aceite válido para el uso en motores MTU. Los aceites autorizados para motores MTU se subdividen en

grupos de calidad. El empleo de aceites de motor que no estén autorizados por MTU puede llevar a que no se cumplan los valores límite de emisión legalmente establecida.

2.5.1. Categoría de aceite 1

Nivel normal de calidad / aceites monogrado y multigrado.

2.5.2. Categoría de aceite 2

Nivel elevado de calidad / aceites monogrado y multigrado.

2.5.3. Categoría de aceite 2.1

Aceite multigrado de contenido bajo de aditivos que generan cenizas "aceites Low SAPS".

2.5.4. Categoría de aceite 3

Nivel máximo de calidad / aceites multigrado (Especificación ACEA E4-08).

2.5.5. Categoría de aceite 3.1

Aceites multigrado de contenido bajo en aditivos que producen cenizas "aceites Low SAPS".

2.5.6. Aceites "low saps"

- Saps se refiere a "cenizas sulfatadas, fósforo y azufre", cuyos niveles se han limitado a menudo en las últimas especificaciones de rendimiento.
- Los aceites "low saps" tienen un contenido bajo en azufre y fósforo, además de un contenido inferior a ≤ 1 % en aditivos generadores de cenizas.
- Puede ser empleado solo si, el contenido de azufre en el combustible no sobrepasa los 500 mg/kg.

2.5.7. Aceites de motor para motores con tratamiento posterior de gases de escape (AGN)

Los motores con tratamiento posterior de los gases de escape plantean exigencias especiales a los aceites utilizados a efecto de poder garantizar una seguridad y un periodo de servicio de la instalación de escapes y del motor.

Dependiendo de la tecnología aplicada para el tratamiento posterior de gases de escape, se sabe que categoría de aceite MTU se puede usar, como se muestra en la tabla 2-1.

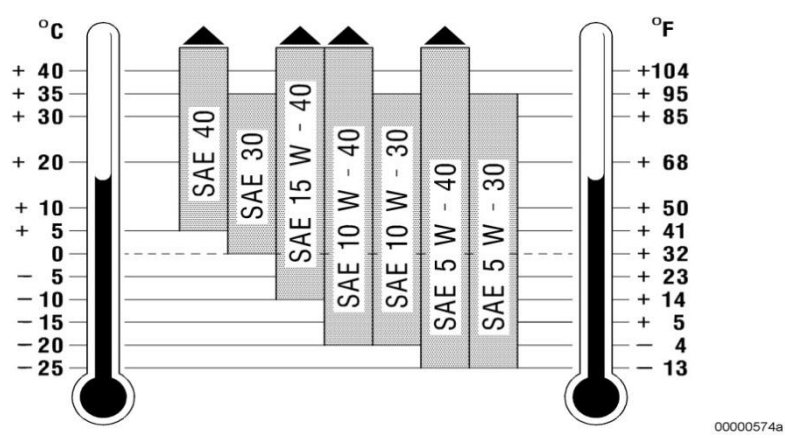
Tabla 2-1. Autorización para categoría de aceite de motores MTU con tecnología de gases de escape

Tecnología de gases de escape	1	2	2.1	3	3.1
Convertidor catalítico de oxidación sin filtro de partículas	no	no	si	no	si
Sistema SCR con catalizadores de vanadio (sin filtro de partículas)	no	no	si	no	si
Sistema SCR con catalizadores de zeolita (sin filtro de partículas)	no	no	si	no	si
Filtro de partículas cerrado	no	no	si	no	si
Sistema combinado SCR + filtro de partículas	no	no	si	no	si

- Para las categorías 1, 2 y 3, es posible un control individual en sistemas AGN opcionales o instalados posteriormente.
- El empleo de aceites de motor de las categorías 1, 2 y 3 (con porcentaje de ceniza >1%) en instalaciones con AGN lleva a un periodo de servicio ostensiblemente inferior del AGN y en los filtros de partículas a un aumento de la contrapresión.
- Para motores certificados con tratamiento posterior de gases de escape sólo están autorizados aceites de motor bajos ceniza de la categoría 2.1 o. 3.1.

2.6. SELECCIÓN DE ACEITE POR CLASE DE VISCOSIDAD

La selección de la clase de viscosidad depende en primer lugar de la temperatura ambiente a la que debe arrancar y funcionar el motor, en la figura 2-1 se muestran las temperaturas a las que pueden funcionar los aceites de carter más ocupados en el mercado.



Fuente: Prescripciones de las materias de servicio MTU

Figura 2-1. Clases de viscosidad

2.7. TIEMPOS DE SERVICIO DE ACEITES EN MOTORES MTU DIESEL

El tiempo de servicio de un aceite en un motor MTU es importante, ya que el no saberlos, ocasionaría serios problemas. Si uno hace un cambio de aceite antes del tiempo de servicio autorizado, se perdería dinero, y se desperdiciaría aceite que aún puede ser usado. Si uno no realiza el cambio en el tiempo autorizado, sino que espera a cambiarlo después, incurre en un gran error, ya que esto puede ocasionar problemas graves en el motor.

2.7.1. Tiempos de servicio

Los tiempos de servicio de MTU varían según la categoría del aceite, las categorías de aceite 2.1 y 3.1 se ocupan solamente con motores cuyo combustible tiene un máximo de 500 mg/kg de azufre.

Categoría de aceite	Sin filtro centrifugo de aceite	Con filtro centrifugo de aceite
1	250 horas de servicio	500 horas de servicio
2	500 horas de servicio	1000 horas de servicio
2.1	500 horas de servicio	1000 horas de servicio
3	750 horas de servicio	1500 horas de servicio
3.1	750 horas de servicio	1500 horas de servicio

Tabla 2-2. Tiempos de servicio de aceite para MTU

2.7.2. Excepciones en los tiempos de servicio

- a) En caso de existir una o varias de las siguientes condiciones de servicio muy duras, los tiempos de servicio del aceite se deberán fijar mediante análisis del aceite:
 - Condiciones de empleo climáticas extremas
 - Número elevado de arranques
 - Frecuentes fases largas de marcha en vacío o de poca carga durante el servicio del motor
 - Alto porcentaje de azufre en el combustible de 0,5 a 1,5% en peso.
- b) En aplicaciones con tiempos de servicio reducidos deberán cambiarse los aceites de motor a más tardar cada 2 años, sin tener en cuenta la categoría de los mismos.
- c) Al emplearse aceites de motor de calidades anticorrosivas superiores es necesario cambiarlos a más tardar cada 3 años.
- d) El uso de combustibles diesel con contenido de azufre bajo 0,5 % no ejerce influencia alguna en el tiempo de servicio del aceite.
- e) Con combustibles diesel con contenido en azufre superior al 0,5 %, deben tomarse las siguientes medidas:
 - Empleo de un aceite de motor con un índice de basicidad total (TBN) de más de 8 mgKOH/g
 - Reducción del tiempo de servicio del aceite

2.8. ANÁLISIS DE LOS ACEITES DE CARTER DE MOTORES MTU

Se deben llevar a cabo análisis a los aceites de carter para evitar gastos innecesarios en mantenciones, que para la producción por un tiempo muy prolongado y esto produce pérdidas en la faena.

2.8.1. Análisis de aceite de carter para optimizar el servicio en los motores MTU

En casos individuales podrá también optimizarse el tiempo de servicio del aceite de motor a través de análisis de laboratorio periódicos y diagnósticos acordes del motor conforme a lo acordado con el servicio MTU competente:

- La primera muestra de aceite, considerada como "muestra base", se tomará del motor una vez transcurrido un período de marcha de aproximadamente 1 hora después del llenado de aceite nuevo.

- Se analizarán muestras de aceite adicionales en arreglo a los tiempos de servicio del motor que se determinen.
- Antes de comenzar y después de concluir los análisis de aceite, deberán realizarse los correspondientes diagnósticos del motor.
- Terminados todos los análisis y en dependencia del resultado de los diagnósticos se podrán establecer acuerdos especiales para el caso individual respectivo.
- Las muestras de aceite se deberán tomar siempre en idénticas condiciones y en el punto previsto para ello.

2.8.2. Análisis de aceite de carter para determinar posibles desgastes en el motor MTU

En general la MTU no determina los contenidos de metales para valorar el estado de desgaste del motor.

Dichos contenidos dependen en gran medida, entre otros, de los factores siguientes:

- Estado de equipamiento del motor
- Dispersión unitaria
- Condiciones de empleo
- Perfil de marcha del motor
- Sustancias de servicio
- Sustancias auxiliares de montaje

Por ello no es posible extraer conclusiones claras sobre el desgaste de componentes importantes del motor.

2.8.3. Análisis de aceites usados para verificar si se pueden seguir ocupando

Para el control del aceite usado se recomienda realizar regularmente un análisis del aceite. Se deben tomar y analizar muestras de aceite como mínimo una vez al año o cada vez que se cambie el aceite, según la aplicación o las condiciones de servicio del motor, y en caso dado con más frecuencia.

Los aceites usados métodos de verificación y los valores límite.

Un resultado anormal exige una investigación y eliminación inmediata del estado de servicio irregular constatado.

Los valores límite se refieren a muestras de aceite individuales. Al alcanzarse o sobrepasarse estos valores límite es conveniente realizar inmediatamente un cambio del aceite.

2.8.3.1. Valores límite en aceites usados de motores diesel

- Viscosidad a 100 °C 15 como máximo para (SAE 30, SAE 5W-30 y SAE 10W-30) o 19 mm²/s como máximo para (SAE 40, SAE 5W-40, SAE 10W-40, SAE 15W-40 y SAE 20W-40).
- Viscosidad a 100 °C 9 como mínimo para (SAE 30, SAE 5W-30 y SAE 10W-30) o 10.5 mm²/s como mínimo para (SAE 40, SAE 5W-40, SAE 10W-40, SAE 15W-40 y SAE 20W-40).
- Punto de inflamación 190 °C como máximo.
- Punto de inflamación 140 °C como mínimo.
- Contenido de hollín (% en peso) máximo 3,0 (categoría de aceite 1) máximo 3,5 (categorías de aceite 2, 2.1, 3 y 3.1).
- Índice de basicidad total (mg KOH/g) 50 % del valor del aceite nuevo, como mínimo.
- Contenido de agua (% del vol.) 0.2 como máximo.
- Oxidación (Es sólo posible el análisis cuando no existe un compuesto de éster)
- Glicol etilénico 100 (mg/kg) 100 como máximo.

2.9. ACEITES DE MARCA SHELL QUE CUMPLEN CON LOS REQUISITOS DE MTU

SHELL ha creado diferentes tipos de aceites que cumplen con esos requisitos.

A) SHELL RIMULA R3 MV 15W-40 = MTU categoría 2 / ACEA E3 / API CI-4, CH-4, CG-4, CF-4, CF.

B) SHELL RIMULA R4 X 15W-40 = MTU categoría 2 / ACEA E7, E5, E3/ API CI-4, CH-4, CG-4, CF-4, CF, SL.

C) SHELL RIMULA R4 L 15W-40 (DPF) = MTU categoría 2.1 / ACEA E9, E7 / API CK-4, CJ-4, CI-4 PLUS, CI-4, CH-4, SN.

D) SHELL RIMULA R5 LE 10W-30 (DPF) = MTU categoría 2.1 / ACEA E9, E7 / API CK-4, CJ-4, CI-4 PLUS, CI-4, CH-4, SN.

E) SHELL RIMULA R5 LE 10W-40 (DPF) = MTU categoría 2.1 / ACEA E9, E7 / API CK-4, CJ-4, CI-4 PLUS, CI-4, CH-4, SN.

F) SHELL RIMULA R6 M 10W-40 = MTU categoría 3 / ACEA E7, E4/ API CF.

G) SHELL RIMULA R6 LM 10W-40 (DPF) = MTU categoría 3.1 / ACEA E6, E9/ API CJ-4, CI-4, CH-4, CG-4, CF-4, CF.

**3. CAPÍTULO EVOLUCIÓN EN LAS NORMAS ASTM, API, ACEA Y SAE,
PARA ACEITES DE CARTER**

3.1. NORMAS PARA ACEITES DE CARTER AMERICANAS SAE, API Y ASTM

La selección de un aceite para motores adecuado depende de la calidad del combustible, del tiempo de servicio previsto del aceite y de las condiciones climáticas en el lugar de empleo, "En la actualidad no existe ninguna norma industrial internacional que tenga en cuenta por sí sola todos estos criterios".

Los estándares de los aceites de carter en un motor diesel, al igual que de cualquier motor, están fijadas, bajo las siguientes normas.

En 1911, SAE desarrolló un sistema clasificando los aceites de motor en base a la viscosidad, manteniéndose activo hasta 1947, año en el cual API clasifica los aceites de motor y los designa en tres tipos: regular, Premium (Alta Calidad) y Heavy-Duty (Alta Resistencia). En general, los aceites regulares eran aceites minerales, los aceites Premium contenían inhibidores de la oxidación y los aceites Heavy-Duty presentaban en sus contenidos inhibidores de oxidación y aditivos detergentes-dispersantes.

Reconociendo las insuficiencias presentes en el sistema de designación anterior, en 1952 el Comité Lubricantes de API en cooperación con ASTM, desarrolló un Sistema de clasificación de servicio del motor (ESCS). El cual separaba los aceites de motor por rendimiento y en tipo de motores (gasolina y diesel), con categorías de servicio ML, MM y MS y DG, DM, y DS, respectivamente.

En los años 1969 y 1970, API en cooperación de ASTM y SAE establecieron un nuevo sistema de clasificación, satisfaciendo las garantías, mantenimientos y requisitos de lubricación en la industria del automóvil. En este sistema SAE inicialmente determinó ocho categorías de servicio, separándolas por tipos de motor (Gasolina y Diesel). ASTM estableció los métodos de prueba, características de su rendimiento y describió técnicamente cada una de las categorías de servicio. API por otro lado preparó un idioma para los usuarios, incluyendo nuevas designaciones de letras para cada una de las categorías de servicio. SAE publicó los resultados de todo este proyecto y su correspondiente metodología como SAE J183, posteriormente API lo publica como API 1509 y ASTM como D4485.

Al pasar los años API, ASTM, SAE establecieron nuevas categorías de servicio, declarando obsoletas a las categorías más viejas: SA, SB, SC, SD, SE, SF y SG para motores a gasolina y las categorías de servicio CA, CB, CC, CD, CD-II, CE, CF, CF-2, CF-4 y CG-4 para motores diesel, esto ocurrió principalmente debido a que los métodos de prueba no eran eficaces a la hora de verificar el comportamiento de los nuevos aceites.

En los años 1992 y 1993, API, ASTM, Estados Unidos y los fabricantes de automóviles japoneses introdujeron mejoras en el proceso de concesión de licencias para los aceites de motor garantizando la calidad de los productos comercializados.

Esta mejora de procesos se conoce hoy en día como el Sistema de licencias y Certificación de petróleo (EOLCS) perteneciente a API.

3.2. Evolución Normas ASTM

Fundada en 1898 ASTM (American Society for Testing and Materials) también conocida como la sociedad americana para pruebas y materiales, es una de las mayores organizaciones científica y técnica para el establecimiento y discusión de normas referentes a características y prestaciones de materiales, productos, sistemas y servicios. Todo se lleva a cabo mediante un grupo de sistemas de comités técnicos, los cuales establecen normas que sean aceptables tanto para productores como clientes, llegando a un consenso entre estos. Destacándose el comité D02 en donde se llega a acuerdos sobre productos del petróleo y lubricantes. ASTM contiene miles de normas por lo que continuación solo se nombran las más importantes.

3.2.1. ASTM D92 – 18

- D = materiales diversos.
- 92 = número secuencial asignado.
- 18 = año de la última revisión.

En este método de ensayo se describe la determinación del punto de inflamación y punto de fuego en productos derivados del petróleo.

Este método de ensayo puede ocasionalmente ser usado para la determinación del punto de fuego de un aceite combustible.

El Punto de inflamación se utiliza en las regulaciones de transporte y de seguridad, para definir inflamables y materiales combustibles.

El Punto de inflamación, también puede indicar la posible presencia de materiales altamente volátiles e inflamables en un material relativamente no volátil o no inflamable.

3.2.2. ASTM D93 – 18

- D = materiales diversos.
- 92 = número secuencial asignado.
- 18 = año de la última revisión.

Este método de ensayo se ocupa, para la determinación de los puntos de inflamación de los aceites combustibles.

Punto de inflamación se utiliza en las regulaciones de transporte y de seguridad para definir inflamables y materiales combustibles.

3.2.3. ASTM D445 - 19

- D = materiales diversos.
- 445 = número secuencial asignado.
- 19 = año de la última revisión.

Método de prueba específica un método de prueba estándar para determinar la viscosidad cinemática de líquidos transparentes y opacos, además de la explicación del cálculo para obtener la viscosidad dinámica: Este método de ensayo especifica un procedimiento para la determinación de la viscosidad cinemática, v , de licuado de productos de petróleo, tanto transparentes como opacos, midiendo el tiempo para un volumen de líquido a fluir por gravedad a través de un viscosímetro de un capilar de vidrio calibrado.

3.2.4. ASTM D2896 - 15

- D = materiales diversos.
- 2896 = número secuencial asignado.
- 15 = año de la última revisión.

Este método de ensayo cubre la determinación del índice de basicidad en productos de petróleo.

Este método de ensayo es aplicable tanto a los aceites nuevos y aceites usados.

3.2.5. ASTM D2982 - 13

- D = materiales diversos.
- 2982 = número secuencial asignado.
- 13 = año de la última revisión.

Estos métodos de ensayo cubren la determinación cualitativa de anticongelante glicol-base en los aceites lubricantes usados (con base mineral) por dos procedimientos, uno usando reactivos en forma de tabletas y los otros utilizando reactivos de la plataforma de laboratorio.

El procedimiento de la tableta (Procedimiento A) es sensible a aproximadamente 100 mg / kg y el procedimiento reactivo de estante (Procedimiento B) a aproximadamente 300 mg / kg de etilenglicol.

La fuga de anticongelante glicol-base en el cárter es grave porque el refrigerante tiende a interferir con el lubricante y su capacidad para lubricar; sino que también promueve la formación de sedimentos.

3.2.6. ASTM D3244 - 18

- D = materiales diversos.
- 3244 = número secuencial asignado.
- 18 = año de la última revisión.

Esta práctica proporciona un medio por el cual las partes en una transacción pueden resolver posibles disputas de calidad sobre aquellas propiedades del producto que se pueden probar y expresar numéricamente.

Esta práctica puede ayudar a determinar las tolerancias a partir de los límites de especificación, lo que garantizará que el verdadero valor de una propiedad esté lo suficientemente cerca del valor de especificación con una probabilidad mutuamente acordada para que el producto sea aceptable para el receptor. Dichas tolerancias están limitadas por un límite de aceptación (AL). Si el valor de ATV determinado aplicando esta práctica cae en el AL o en el lado aceptable del AL, el producto puede ser aceptado; de lo contrario, se considerará que no cumplió con el requisito de aceptación del producto establecido al aplicar esta práctica.

3.2.7. ASTM D4485 - 18a

- D = materiales diversos.
- 4485 = número secuencial asignado.
- 18 = año de la última revisión.
- a = indica una revisión posterior en el mismo año.

Especificación estándar para el rendimiento de los aceites de motor: Esta especificación cubre los aceites de motor de poca potencia y motores de combustión interna de alta resistencia utilizados en una variedad de condiciones de operación en automóviles, camiones, camionetas, autobuses, y fuera de carretera, industrial y equipos de construcción. Se basa en los resultados de pruebas de motor que funcionan con gasolina o combustible diesel. Incluyendo pruebas en banco y químicos que ayudan a evaluar aspectos del rendimiento de aceites motor no cubiertos por las pruebas de motores en esta especificación.

Los aceites para motores de automóviles se clasifican en tres disposiciones generales: S, C y Conservación de energía. Estas disposiciones se dividen en categorías con el desempeño medido de la siguiente manera: SH, SJ, SL, SM, CF-4, CF, CF-2, CG-4, CH-4, CI-4, CJ-4, ahorro de energía asociado con SJ, y la Conservación de Energía asociada a SL. Se deben realizar diferentes pruebas químicas y de banco para ayudar a evaluar algunos aspectos del rendimiento del aceite del motor.

3.2.8. ASTM D4683 - 17

- D = materiales diversos.
- 4683 = número secuencial asignado.
- 17 = año de la última revisión.

Este método de prueba cubre la determinación de laboratorio de la viscosidad de los aceites de motor a 150 ° C, utilizando un viscosímetro que tiene un rotor y un estator ligeramente cónicos llamado viscosímetro del simulador de rodamientos cónicos (TBS).

3.2.9. ASTM D4684 - 18

- D = materiales diversos.
- 4684 = número secuencial asignado.
- 18 = año de la última revisión.

Este método de prueba cubre la medición de la tensión de fluencia y la viscosidad de los aceites de motor después del enfriamiento a velocidades controladas durante un período superior a 45 h a una temperatura de prueba final entre -10 ° C y -40 ° C. Cuando se enfría un aceite de motor, la velocidad y la duración del enfriamiento pueden afectar su rendimiento y viscosidad, generando fallas en el aceite, por su poca bombeabilidad, provocando por ende fallas en el motor.

3.2.10. ASTM D4741 - 18

- D = materiales diversos.
- 4741 = número secuencial asignado.
- 18 = año de la última revisión.

Este método de prueba cubre la determinación de laboratorio de la viscosidad de los aceites a 150 ° C y a 100 ° C, utilizando los modelos de viscosímetro de tapón cónico de alta velocidad de cizallamiento BE / C o BS / C.

3.2.11. ASTM D5293 - 17a

- D = materiales diversos.
- 5293 = número secuencial asignado.
- 17 = año de la última revisión.
- a = indica una revisión posterior en el mismo año

Este método de prueba cubre la determinación en el laboratorio de la viscosidad aparente de los aceites de motor y las existencias básicas mediante simulador de arranque en frío (CCS) a temperaturas entre -10 ° C y -35 ° C a esfuerzos de corte

de aproximadamente 50 000 Pa a 100 000 Pa y velocidades de corte de aproximadamente 10^5 a 10^4 s⁻¹ para viscosidades de aproximadamente 900 MPa · s a 25 000 MPa · s.

3.2.12. ASTM D5481 - 13

- D = materiales diversos.
- 5481 = número secuencial asignado.
- 13 = año de la última revisión.

Este método de prueba cubre la determinación de laboratorio de la viscosidad a alta temperatura de alta cizalla de los aceites de motor a una temperatura de 150 ° C utilizando un viscosímetro capilar multicelular que contiene presión, temperatura e instrumentación de sincronización.

3.2.13. ASTM D6278 – 17e1

- D = materiales diversos.
- 6278 = número secuencial asignado.
- 17 = año de la última revisión.
- e1 = indica cambio de editorial.

Este método de ensayo cubre la evaluación de la estabilidad al cizallamiento de los fluidos que contienen polímero.

El método de ensayo mide la pérdida de viscosidad de los fluidos a una 100 ° C.

3.2.14. ASTM D6304 – 16e1

- D = materiales diversos.
- 6304 = número secuencial asignado.
- 16 = año de la última revisión.
- e1 = indica cambio de editorial.

Este método de ensayo está diseñado, para la determinación de agua en aditivos, aceites lubricantes, aceites de base, fluidos de transmisión automática, disolventes de hidrocarburos y otros productos derivados del petróleo.

Este método de ensayo cubre la determinación directa de agua en el intervalo de 10 mg / kg a 25 000 mg / kg de agua.

El conocimiento del contenido de agua de los aceites lubricantes, aditivos y productos similares es importante en la fabricación, compra, venta o transferencia de dichos productos derivados del petróleo, para ayudar en la predicción de calidad y rendimiento de sus características.

Para aceites lubricantes, la presencia de humedad puede conducir a la corrosión prematura y el desgaste, un incremento en la carga de los residuos que resulta en la disminución de la lubricación y el taponamiento prematuro de los filtros, una impedancia en el efecto de los aditivos, y el apoyo indeseable de crecimiento bacteriano perjudicial.

3.3. Evolución Normas API

Fundada el 20 de marzo del año 1919 API (American Petroleum Institute) instituto americano del petróleo es una organización cuya misión es propagar las investigaciones de la industria petrolífera a todos los sectores de actividad relativos a su empleo, proporcionando un medio de cooperación con el Gobierno en todos los asuntos de interés nacional (EEUU) referente al petróleo. Este instituto ha tenido a lo largo del tiempo tres clasificaciones de los aceites, la primera ordenaba los aceites en base a sus características de empleo (Regular, Premium y Heavy-Duty).

La segunda que clasifica los aceites por tipo de combustible de motor gasolina (MS, MM y ML) o diesel (DS, DM y DG).

3.3.1. Actual clasificación para de aceites de carter (API 1509)

En los años 1969 y 1970 API asigna una tercera clasificación (No Cerrada) en conjunto con los organismos SAE y ASTM reemplazando las 2 anteriores, Cuya información es normalizada en SAE J183, ASTM D4485 y API 1509. Esta al igual que la segunda clasificación API, divide los aceites de carter por tipos combustibles de motor (Gasolina y Diesel).

3.3.1.1. Especificaciones API para motores a Gasolina

- SA: aplicable para motores de 1930 y años anteriores (Obsoleta).
- SB: aplicable para motores entre 1930 – 1951 (Obsoleta).
- SC: aplicable para motores entre 1964 – 1967(Obsoleta).
- SD: aplicable para motores entre 1968 – 1971 (Obsoleta).
- SE: aplicable para motores entre 1972 – 1980 (Obsoleta).
- SF: aplicable para motores entre 1980 – 1988(Obsoleta).
- SG: aplicable para motores entre 1989 – 1993 (Obsoleta).
- SH: aplicable para motores entre 1993 – 1996(Obsoleta).
- SJ: aprobada para su uso en motores en 1996 (Vigente).
- SL: aprobada para su uso en motores en 2001 (Vigente).
- SM: aprobada para su uso en motores en 2004 (Vigente).
- SN: aprobada para su uso en motores en 2011 (Vigente).

- SN PLUS (vigente).

3.3.1.2. Especificaciones API para motores a Diesel

- CA: aplicable para motores entre 1930 – 1959 (Obsoleto).
- CB: aplicable para motores entre 1949 – 1961 (Obsoleto).
- CC: aplicable para motores entre 1961 – 1990 (Obsoleto).
- CD: aplicable para motores entre 1955 – 1994. Servicio severo en motores tipo diesel (Obsoleto).
- CD-2 (1988 Obsoleto)
- CF-4 (1990 Obsoleto)
- CF-2 (1994 Obsoleto)
- CG-4 (1995 Obsoleto)
- CH-4: Para servicio de motor diésel de servicio severo 1998.
Estos aceites pueden poseer un contenido de azufre 5000 ppm (0,5% en peso) o menor.
Estos aceites proporcionan protección contra el desgaste del motor, estabilidad a altas temperaturas y propiedades de manejo del hollín. Además, proporciona una protección contra corrosión no ferrosa, espesamiento oxidativo e insoluble, formación de espuma y pérdida de viscosidad debido al cizallamiento.
- CI-4: Para el servicio de motores diesel para servicio severo de 2004.
Estos aceites pueden poseer un contenido de azufre 5000 ppm (0,5% en peso) o menor.
Estos aceites están específicamente formulados para mantener la durabilidad del motor cuando se utiliza la recirculación de gases de escape (EGR). Estos aceites proporcionan protección contra la corrosión y las tendencias de desgaste relacionadas con el hollín, los depósitos de pistón, la degradación de las propiedades viscosimétricas a baja y de alta temperatura debido a la acumulación de hollín, espesamiento oxidativo, pérdida de consumo de aceite control, formación de espuma, degradación de los materiales de sellado y pérdida de viscosidad debido al cizallamiento.
- CJ-4: Para el servicio de motores diesel de servicio severo 2010.
Estos aceites pueden poseer un contenido de azufre 500 ppm (0,05% en peso) o menor.
Estos aceites son especialmente efectivos para mantener la durabilidad del sistema de control de emisiones con sistemas avanzados de post-tratamiento.
Estos aceites están diseñados para proporcionar una protección mejorada contra la oxidación, pérdida de viscosidad por cizallamiento y aireación del aceite, así como protección contra el envenenamiento del catalizador,

bloqueo del filtro de partículas, desgaste del motor, depósitos de pistón, la degradación de las propiedades viscosimétricas a baja y de alta temperatura debido a la acumulación de hollín.

- FA-4: Para el servicio pesado de motores diesel de 2017.
Estos aceites pueden poseer un contenido de azufre en el combustible de 15 ppm (0,0015% en peso) o menor.
Estos aceites son especialmente efectivos para mantener la durabilidad del sistema de control de emisiones con sistemas avanzados de post-tratamiento.
Estos aceites están diseñados para proporcionar una protección mejorada contra la oxidación, pérdida de viscosidad por cizallamiento y aireación del aceite, así como protección contra el envenenamiento del catalizador, bloqueo del filtro de partículas, desgaste del motor, depósitos de pistón, la degradación de las propiedades viscosimétricas a baja y de alta temperatura debido a la acumulación de hollín.
- CK-4: Para el servicio pesado de motores diesel de 2017. Estos aceites pueden poseer un contenido de 500 ppm (0,05% en peso) o menor.
Estos aceites están diseñados para proporcionar una protección mejorada contra la oxidación, pérdida de viscosidad por cizallamiento y aireación del aceite, así como protección contra el envenenamiento del catalizador, bloqueo del filtro de partículas, desgaste del motor, depósitos de pistón, la degradación de las propiedades viscosimétricas a baja y de alta temperatura debido a la acumulación de hollín.
- Clasificación CI-4 PLUS: Son aceites de motor de categoría de servicio API CI-4, CJ-4 y CK-4 que también llevan la clasificación CI-4 PLUS.
Proporcionan un mayor nivel de protección contra el aumento de la viscosidad relacionada con el hollín y la pérdida de viscosidad debido al corte en los vehículos con motores diesel.

3.3.2. Anexo E - API 1509

Anexo en el cual se indican los materiales base usados en los aceites, dividiéndolos en cinco grupos o categorías generales.

- Grupo I: Estos aceites base contienen en su composición menos del 90 % de elementos saturados y 0,03 % en peso o mayor de contenido de azufre, con un índice de viscosidad entre 80 y 120.
- Grupo II: Estos aceites base deben contener en su composición el 90 % o mayor de contenidos saturados y 0,03 % en peso o menor de contenido de azufre, además tienen un índice de viscosidad entre 80 y 120.

- Grupo III: Los aceites base pertenecientes a este grupo contienen un porcentaje de saturados de 90% o superior y un contenido de azufre de 0,03 en peso o menor, además tienen un índice de viscosidad de 120 o mayor.
- Grupo IV: En esta categoría se encuentran los aceites base sintéticos polialfaolefinas (PAO).
- Grupo V: Aquí se encuentran todos los aceites bases sintéticas, no incluidas en los grupos I, II, III y IV.

3.3.3. Sistema voluntario de certificación de lubricantes (EOLCS) de API

Está diseñado para definir, certificar y supervisar el rendimiento de aceite de motor que los fabricantes de vehículos y motores, las industrias del petróleo y aditivos consideren necesarios para la vida satisfactoria y el rendimiento del equipo. El sistema incluye un acuerdo de licencia formal, ejecutado por el vendedor con la API. El propósito del programa es ayudar a los consumidores a identificar los productos que satisfagan los requisitos para la concesión de licencias y la certificación. El sistema incluye un proceso de auditoría para verificar que los productos con licencia en el mercado cumplen con los términos del Contrato de licencia de API.

3.4. EVOLUCIÓN NORMAS SAE

SAE (Sociedad de Ingenieros del Automóvil) se fundó en 1905 y refundada en 1916 bajo el nombre de (Sociedad de Ingenieros Automotrices). Entre los años 1911 y 1947, SAE desarrolló un sistema clasificando los aceites de motor en base a la viscosidad, dejándose de usar debido a una nueva clasificación de API en 1947, la cual clasifico los aceites de motor y los designo en tres tipos: Regular, Premium (Alta Calidad) y Heavy-Duty (Alta Resistencia). En los años 1969 y 1970, SAE coopera con ASTM y API estableciendo un nuevo sistema de clasificación de aceites de motor en base a sus servicios, en este sistema SAE inicialmente determinó ocho categorías de servicio, separándolas por tipos de motor (Gasolina y Diesel) y publicó sus resultados bajo el nombre de SAE J183. Dejando de lado la SAE J183, en 1975 SAE vuelve a publicar un sistema de clasificación de aceites en base a la viscosidad, esta vez bajo el nombre de SAE J300.

3.4.1. Clasificación SAE por estándar

SAE clasifica sus normas con el nombre de estándar y les agrega un código que las diferencia, a continuación, se nombran las más relevantes en cuanto a los aceites de carter.

3.4.1.1. Estándar J183

Esta Norma describe las categorías de rendimiento de aceite del motor y clasificaciones, que son desarrolladas bajo los esfuerzos actuales de la Alianza de Fabricantes de Automóviles, el Instituto Americano del Petróleo (API), la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM), la Asociación de Fabricantes del motor (EMA), Comité Consultivo Internacional Lubricante Especificación (ILSAC) y SAE. Dentro de esta norma las descripciones verbales son realizadas por API y ASTM. En un comienzo las clasificaciones se generaban gracias a SAE, API y ASTM, pero con los progresos que se han hecho otras entidades se unieron, desarrollándose los procesos actuales de nuevas clasificaciones a través de la cooperación de la Alianza, API, ASTM, EMA, ILSAC y SAE. Esta Norma también incluye las explicaciones de pruebas utilizadas en la evaluación y la clasificación de los aceites de motor, así como información acerca de los antecedentes de su desarrollo e importancia. En esencia, el J183 estándar SAE es orientativo, y educación sobre las complejidades y las relaciones entre las automotrices clasificaciones de aceite del motor.

Las revisiones de SAE J183 en los últimos años no incorporaron grandes cambios, solo incluían los últimos avances en los sistema de clasificación de servicio de aceites de motor en conjunto con API 1509, sistema de licencias de petróleo y Certificación (EOLCS) para aceites de gasolina y motores diesel, y avances en el Comité Internacional Lubricante Especificación Asesor (ILSAC) (anteriormente llamado Normalización Internacional de Lubricantes y Comité de Aprobación) Normas para Pasajeros Aceites motor del coche. Además, de los cambios en los métodos ASTM incluidos últimamente. En la tabla 3-1 se muestran todas las fechas de publicación de todas las modificaciones que ha tenido SAE J183, desde que se instauro por primera vez.

Estándar	Fecha de publicación
J183_197006	06/01/1970
J183A_197104	04/01/1971
J183A_197608	08/01/1976
J183B_197707	07/01/1977

J183C_197906	06/01/1979
J183_198002	02/01/1980
J183_198408	08/01/1984
J183_198606	06/01/1986
J183_198704	04/01/1987
J183_198803	03/01/1988
J183_198906	06/01/1989
J183_199006	06/01/90
J183_199106	06/01/1991
J183_199604	04/01/1996
J183_199906	30/06/1999
J183_200201	30/01/2002
J183_200603	28/03/2006
J183_201104	06/04/2011
J183_201309	04/09/2013
J183_201611	22/11/2016
J183_201708	29/08/2017

Tabla 3-1. Publicaciones SAE J183

3.4.1.2. Estándar J300

Esta norma clasifica los aceites de motor en base a sus viscosidades y los separa en mono-grado y multi-grado, todo esto con la ayuda de una tabla de viscosidades incluida en la norma SAE J300. Esta tabla clasifica las viscosidades de aceites de motor de acuerdo a sus viscosidades cinemáticas mínimas y máximas a 100°C y cizallamiento en elevadas Temperaturas para Mono-grado, en caso de aceites multi-grados mide su cinemática mínima, bombeabilidad y resistencia al arranque en frío. En los últimos años esta clasificación agrego 3 nuevos grados de viscosidad, el SAE 16, SAE 12 y SAE 8. La ventaja de establecer estos nuevos grados de viscosidad es proporcionar un marco para la formulación de aceites de motor inferiores en apoyo a la búsqueda permanente de mejorar la economía de combustible. En la tabla 3-2 se muestran todas las fechas de publicación de todas las modificaciones que ha tenido SAE J300, desde que se instauro por primera vez y la tabla 3-3 muestra las cualidades de todos los tipos de aceites de carter, tomando como referencia la viscosidad.

Estándar	Fecha de publicación
----------	----------------------

J300C_197512	01/12/1975
J300D_197707	01/07/1977
J300_198009	01/09/1980
J300_198404	01/04/1984
J300_198606	01/06/1986
J300_198706	01/06/1987
J300_198906	01/06/1989
J300_199102	01/02/1991
J300_199202	01/02/1992
J300_199303	01/03/1993
J300_199412	01/12/1994
J300_199512	01/12/1995
J300_199704	01/04/1997
J300_199912	30/12/1999
J300_200405	10/05/2004
J300_200711	06/11/2007
J300_200901	12/01/2009
J300_201304	02/04/2013
J300_201501	20/01/2015

Tabla 3-2. Publicaciones SAE J300 “Grados de Viscosidad”

Viscosidad SAE (1)	Viscosidad máxima de arranque en Frio a bajas T° (MPa*s o cP) (2)	Viscosidad máxima de Bombeo a bajas T°, sin esfuerzo de fluencia (MPa*s o cP) (3)	Viscosidad cinemática mínima a 100 °C (mm²/s o cSt) (4)	Viscosidad cinemática máxima a 100°C (mm²/s o cSt) (4)	Cizallamient o a 150°C (MPa*s o cP) (5)
0W	6200 a -35 °C	60000 a -40 °C	3.8		
5W	6600 a -30 °C	60000 a -35 °C	3.8		

10W	7000 a -25 °C	60000 a - 30 °C	4.1		
15W	7000 a -20 °C	60000 a - 25 °C	5.6		
20W	9500 a -15 °C	60000 a - 20 °C	5.6		
25W	13000 a - 10 °C	60000 a - 15 °C	9.3		
8			4	<6.1	1.7
12			5	<7.1	2.0
16			6.1	<8.2	2.3
20			6.9	<9.3	2.6
30			9.3	<12.5	2.9
40			12.5	<16.3	3.5 (0W-40, 5W-40, 10W-40)
40			12.5	<16.3	3.7 (15W-40, 20W-40, 25W-40, 40 Monogrado)
50			16.3	<21.9	3.7
60			21.9	<26.1	3.7

Tabla 3-3. Clasificación de viscosidad (SAE J300 año 2015)

Notas: 1 cP = 1 MPa*s; 1 cSt = 1mm2/s

(1) Todos los valores son especificaciones críticas definidas en Norma ASTM D 3244

(2) ASTM D 5293

(3) ASTM D 4684 = Note que la presencia de cualquier esfuerzo de fluencia detectado por este método constituye una falla sin importar la viscosidad.

(4) ASTM D 445

(5) ASTM D 4683, CEL L-36-A-90 (ASTM D 4741), o ASTM D 5481

3.4.1.3. Estándar J357 "Propiedades físicas y químicas de los aceites de motor"

Este estándar revisa las diversas propiedades físicas y químicas de los aceites de motor y proporciona referencias a los métodos de prueba y los estándares utilizados para medir estas propiedades. También incluye referencias generales sobre el tema de los aceites de motor, aceites base y aditivos.

No hubo grandes cambios en los últimos años en esta norma, en donde se siguieron usando las mismas cualidades en esta norma, en 2016 fue el año más reciente en donde se introdujeron cambios, cambio el nombre de división de los combustibles y lubricantes a consejo de combustibles y lubricantes. En la tabla 3-4 se muestran todas las fechas de publicación de todas las modificaciones que ha tenido SAE J357, desde que se instauró por primera vez.

Estándar	Fecha de publicación
J357A_197711	11/01/1977
J357_198405	05/01/1984
J357_198606	06/01/1986
J357_199106	06/01/1991
J357_199502	02/01/1995
J357_199605	05/01/1996
J357_199910	10/09/1999
J357_200611	11/06/2006
J357_201601	19/01/2016

Tabla 3-4. Publicaciones SAE J357

3.4.1.4. Estándar J1423 “Clasificación de Ahorro de Energía del aceite del motor y de Recursos Conservación de aceite de motor para vehículos de pasajeros, camionetas, vehículos utilitarios deportivos, y Light-servicio severo”

Esta Norma SAE fue desarrollada en cooperación entre las SAE, ASTM y API para definir e identificar la conservación de energía o conservación de recursos en los aceites de motor para vehículos de turismo, furgonetas, deportivos y camiones de poca potencia (3856 kg o menos).

Las revisiones de SAE J1423 en los últimos años no incorporaron grandes cambios, solo incluían los últimos avances en los sistemas de clasificación de servicio de aceites de motor en conjunto con API 1509 y ASTM D4485. En la revisión de 2015 se incluyeron las categorías de API SM, API SN y también el uso de la prueba ASTM para API SJ. En la tabla 3-5 se muestran todas las fechas de publicación de todas las modificaciones que ha tenido SAE J1423, desde que se instauró por primera vez.

Estándar	Fecha de publicación
----------	----------------------

J1423_198403	03/01/1984
J1423_198606	06/01/1986
J1423_198611	11/01/1986
J1423_198805	05/01/1988
J1423_199004	04/01/1990
J1423_199408	08/01/1994
J1423_199705	05/01/1997
J1423_200312	12/02/2003
J1423_201502	18/02/2015

Tabla 3-5. Publicaciones SAE J1423

3.5.EVOLUCIÓN NORMAS ACEA

Entre los años 1975 hasta 1990, la clasificación de aceites de motor europea estuvo regulada exclusivamente por CCMC (Comité de Constructores del Mercado Común).

La que en sus inicios adoptó categorías para aceites de motor a nafta o gasolina (G-1, G-2 y G-3) y aceites de motores diesel (D-1, D-2, D-3 y PD-1). En 1984 se introduce un nuevo sistema, se eliminan G1 y D1, se introducen las categorías para motores a nafta G-4 y G-5 reemplazando a las G-2 y G-3, y se agregan las D-4, D-5 y PD-2 reemplazando a las D-2, D-3 y PD-1 respectivamente. En 1990 CCMC fue reemplazada por ACEA (Asociación de Constructores Europeos), aunque inicialmente continuó empleando las clasificaciones de CCMC, en 1993 se tomó la decisión de reemplazarla por un nuevo sistema, el cual entró en vigencia en 1996.

La clasificación de ACEA divide los aceites dependiendo del tipo de motor. Clasificación A para motores a gasolina, subdividida en A1, A2 y A3. Clasificación B para motores diesel para trabajo liviano, subdividida en B1, B2, B3 y B4. Clasificación E para motores diesel para trabajo pesado, en la cual se encuentran presentes los aceites para motores MTU. En 2004 se agrega la categoría C para motores a gasolina y diesel de trabajo liviano y con sistemas de tratamiento posterior de gases de escape.

3.5.1. Clasificación E de ACEA: Para motores diesel de trabajo pesado

- E1: Está destinada a motores de aspiración natural, servicio liviano y períodos de cambio normales.

- E2: Está destinada a motores de aspiración natural o turboalimentados, servicio liviano o pesado y períodos de cambio normales.
- E3: Está destinada a motores de aspiración natural o turboalimentados, servicio pesado y períodos de cambio extendidos.
- E4: Está destinada a motores de aspiración natural o turboalimentados, servicio extra pesado y períodos de cambio muy extendidos.
- E5: Recomendada para motores con servicio severo y períodos de cambio extendidos.

3.5.1.1. Secuencias ACEA actuales

Desde su introducción en 1996, las secuencias sobre aceites de motor se han actualizado periódicamente.

- ACEA E4-16: Es publicada por primera vez en 1998 y se ha ido actualizando hasta la norma vigente de 2016. Estos son aceites para motores diesel de desempeño ultra alto diseñados para utilizar en aplicaciones de drenaje prolongado y trabajo pesado, categoría de aceite MTU 3.
- ACEA E6-16: Es publicada por primera vez en 2004 y se ha ido actualizando hasta la norma vigente de 2016. Estos son aceites para motores diesel de rendimiento ultra alto de SAPS bajo diseñados para usar en aplicaciones de drenaje prolongado y arduo trabajo. Para los aceites que cumplan con esta norma, se recomienda su uso en vehículos con sistemas de mantenimiento posterior para reducir el material particulado y los óxidos de nitrógeno, en combinación con combustibles diesel con bajo azufre, categoría de aceite MTU 3.1.
- ACEA E7-16: Es publicada por primera vez en 2004 y se ha ido actualizando hasta la norma vigente de 2016. Estos son aceites para motores diesel de rendimiento súper alto para utilizar en aplicaciones de drenaje medio, categoría de aceite MTU 2.
- ACEA E9-16: Es publicada por primera vez en 2008 y se ha ido actualizando hasta la norma vigente de 2016. Estos son aceites para motores diesel de rendimiento ultra alto para usar en aplicaciones de drenaje medio. Para los aceites que cumplan con esta norma, se recomienda su uso en vehículos equipados con sistemas de escape avanzados de mantenimiento posterior para la reducción de material particulado y los óxidos de nitrógeno, en combinación con combustibles diesel de bajo en azufre, Categoría de aceite MTU 2.1.

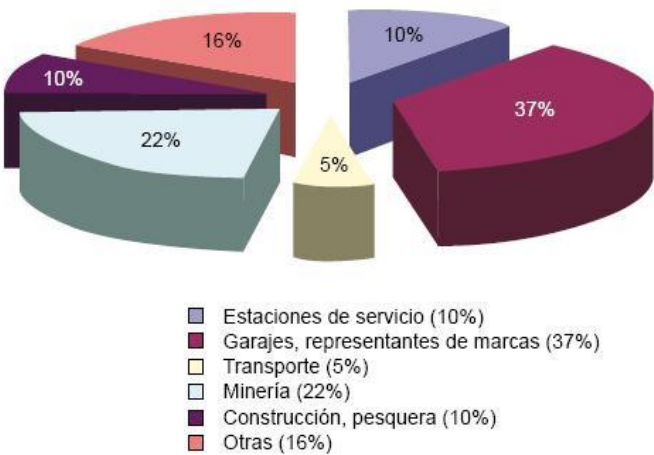
4. CAPÍTULO MERCADO DEL ACEITE DE CARTER Y ACEITES USADOS

4.1. USO DE ACEITES DE CARTER EN MOTORES MINEROS

Los aceites de carter con el pasar del tiempo, se han vistos envueltos en la evolución de todo el campo automotriz, debido al gran mercado que representa este, por que ha tenido que mejorar sus cualidades para soportar las exigencias impuestas en los nuevos autos, para que estos cumplan las exigencias impuestas por los gobiernos mundiales, para evitar contaminaciones.

Los motores diesel MTU son de uso estándar en muchas mineras en el mundo. Debido a que pueden impulsar vehículos para la minería subterránea y a cielo abierto, incluyendo la carga de vehículos como excavadoras y cargadoras de ruedas, vehículos de transporte tales como camiones de acarreo o plataformas de perforación de pozos y otras máquinas de minería.

Un aceite de carter para motores MTU debe ofrecer un rendimiento mayor comparado a un aceite de motor de carretera, debido a que estos tienen que soportar largos intervalos de servicio, y el no soportarlos generaría pérdidas millonarias. En la figura 4-1 se muestran los porcentajes de ventas de los aceites de carter, por sector empresarial.



Fuente: Guía técnica para aceites usados del sector del transporte

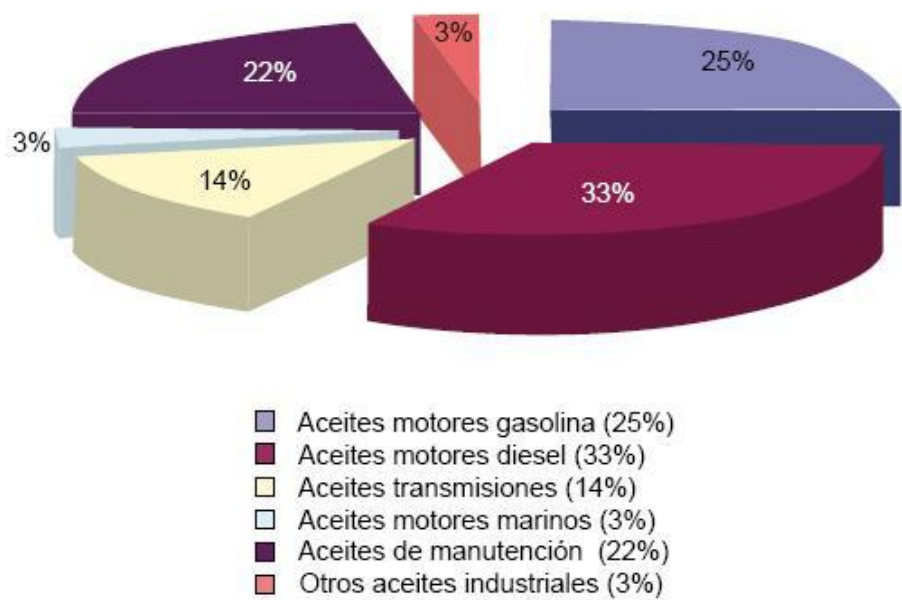
Figura 4-1. Venta de aceites por sector en Chile

4.2. MERCADO DEL ACEITE DE CARTER

El mercado del aceite ha presentado grandes cambios en los últimos años, influenciado principalmente gracias al desarrollo de los vehículos automotrices, que han tenido que aumentar sus exigencias a la hora de crear vehículos, ya que los gobiernos a nivel mundial se dieron cuenta del riesgo que generaban para la salud y el planeta, y aumentaron las exigencias para estos.

En el mundo actualmente circulan Millones de vehículos, por lo que se debe hacer mayor y mejor un acercamiento de productos y mantenciones a cada país, ciudad o comuna que los albergue, generando una mayor rapidez en sus reparaciones. Para este propósito se han inventado estaciones de servicio, talleres especializados y negocios de ventas de productos relacionados al campo automotriz.

Con el pasar de los años las empresas ligadas a la elaboración de elementos automotrices se dieron cuenta de que faltaba una manera de regular un mercado tan grande como el automotriz, en un comienzo cada empresa poseía normas propias ligadas a los aceites, y todos los elementos que esta generara, pero el no tener una regulación mutua confundía a los clientes, ya que estos no sabían que aceite era mejor para satisfacer las exigencias impuestas por sus motores, por esto se llegó a un acuerdo mutuo, creándose normas las siguientes sociedades ASTM, API, SAE, MIL y ACEA, las cuales publican y varían normas según los avances tecnológicos que aparecen con los años. En la figura 4-2 se muestran los porcentajes de venta de los aceites de motor, por tipos de servicio.



Fuente: Guía técnica para aceites usados del sector del transporte

Figura 4-2. Venta de aceites por tipos de servicio en Chile

4.2.1. Mercado de los aceites de carter de motores pesados en Chile

La apertura comercial de Chile y la modernidad de su parque automotriz hace que los lubricantes sean en su mayoría de alta tecnología, para suplir los requerimientos del mercado, primando productos semi-sintéticos y sintéticos por sobre los minerales.

Chile con su desarrollo tecnológico se ha convertido en el más moderno de Latinoamérica, debido a que es un mercado de necesidades especiales ya que posee diferentes exigencias según la zona del país. En el centro con una enorme cantidad de vehículos livianos, se requieren lubricantes con bajo porcentaje de viscosidad y en la zona norte se requiere de aceites más resistentes a condiciones extremas.

El consumo total de lubricantes en el país supera el millón de barriles por año, lo que se traduce en 18 millones de litros mensuales, de los cuales el 60% se entrega en el segmento de clientes industriales (minería, forestal y maquinarias), mientras que el resto se comercializa a través de distribuidores, como talleres y estaciones de servicio.

Los lubricantes son el segundo líquido más comercializado del sector a nivel mundial, después del combustible. Esto demuestra la importancia que se ha ganado este tipo de productos en el tiempo.

4.2.2. Consumo de aceites de carter en Chile

En Chile se comercializan anualmente 130.300 m³ de aceites, pero al terminar su uso, en un año solo se recicla un 50%, ya que el otro porcentaje se pierde en la combustión de los motores o fugas.

De los 65.150 m³ de aceites usados estimados que se generan al año, se tienen antecedentes que 46.800 m³ se eliminan en instalaciones autorizadas y 18.300 m³ tienen destinos desconocidos.

4.3. ACEITES USADOS

En los motores MTU los cambios de aceite se realizan generalmente a las 250 horas de servicio, por esto se generan grandes cantidades de aceites usados, el cual si no se maneja de manera adecuada se transforma en un riesgo para la salud pública y del medioambiente, transformando al aceite de carter en un residuo peligroso.

La Autoridad Sanitaria, SEREMI de Salud, fiscaliza y controla que los aceites usados sean eliminados en instalaciones autorizadas de acuerdo al Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos (DS Nº 148).

Debido a su composición, los aceites usados se clasifican como residuos peligrosos según el Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos y se deben manejar de modo que se minimicen los riesgos para la salud pública, se evite la contaminación del medio ambiente y se preserven los recursos naturales.

4.3.1. Destino de los aceites de carter usados en Chile

Actualmente, los aceites usados generados en Chile se someten a distintos procesos de eliminación en instalaciones autorizadas, destinadas a la recuperación de recursos, las cuales son:

4.3.1.1. Regeneración

La cual Consiste en la obtención de aceite base restaurado a partir de aceites usados. El método utilizado para la regeneración de aceites usados es la re-refinación. Consiste en la eliminación de contaminantes y aditivos presentes en los aceites usados, utilizando técnicas de destilación y una refinación posterior de forma que se genere un nuevo aceite base restaurado.

Teóricamente, casi todos los aceites usados se pueden regenerar. En la práctica, la dificultad y el coste hace inviable la regeneración de aceites usados con alto contenido de aceites vegetales, aceites sintéticos, agua y sólidos.

Fases del proceso de regeneración

- a. Pre-tratamiento: Consiste en eliminar una parte importante de los contaminantes del aceite usado, como son el agua, los hidrocarburos ligeros, los lodos y las partículas gruesas.
- b. Tratamiento: Se eliminan los aditivos, metales pesados y fangos asfálticos obteniendo un aceite libre de contaminantes.
- c. Acabado: Elimina la fuerte coloración, necesario para hacerlos comercializables. Este proceso prolonga la vida de la fuente de aceite indefinidamente y cierra el ciclo de vida al volver a usar el aceite para fabricar el mismo producto que era al principio.

4.3.1.2. Valorización energética

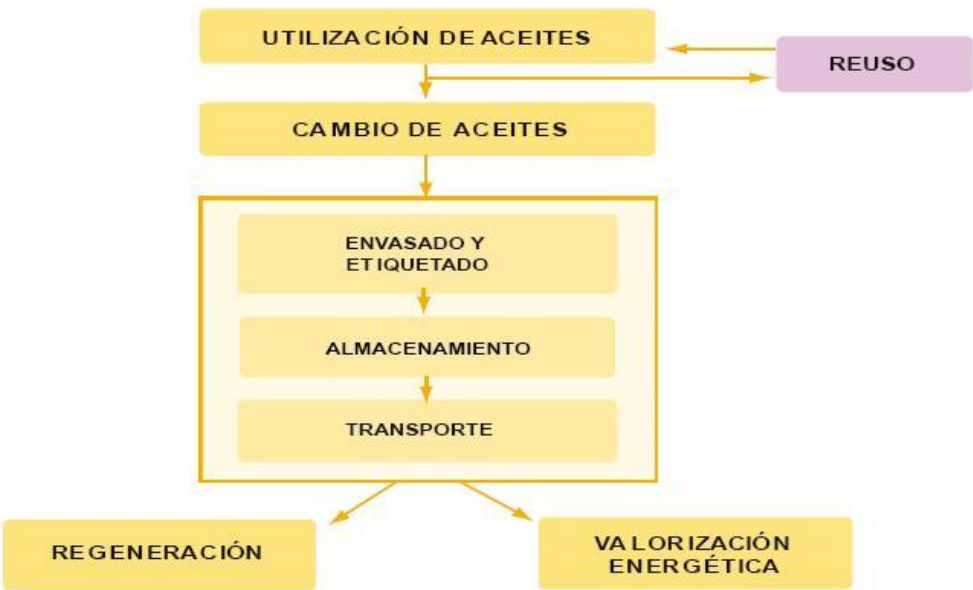
Se basa en la utilización de los aceites usados como combustible alternativo y para la fabricación de explosivos del tipo agente de tronadura para las faenas mineras, con una recuperación adecuada del calor producido, realizada con las autorizaciones necesarias y previa comprobación analítica de su adecuación para este uso.

En este proceso se eliminan el agua y las partículas, de forma que el aceite usado pueda ser utilizado como combustible alternativo en procesos industriales, sustituyendo a los combustibles fósiles y/o en la fabricación de explosivos del tipo agente de tronadura utilizados en faenas mineras en reemplazo del petróleo diesel Nº 2. En estos casos únicamente se aprovecha el poder calorífico del aceite usado, pero se desprecia su capacidad para ser regenerado. “Por su elevada capacidad calorífica, el aceite usado es uno de los residuos con mayor potencial para ser empleado como combustible alternativo. Un metro cúbico de aceite usado contiene un valor energético de 40.000 KJ o 9.500 Kcal”.

La valorización energética de los aceites usados se realiza principalmente en hornos de cemento y cal. Estos hornos tienen varias características que los convierten en instalaciones ideales donde los aceites pueden ser valorados sin riesgo.

La temperatura en estos hornos, llega hasta 2000°C por un tiempo de 6 a 8 segundos, que asegura la transformación de todos los compuestos combustibles en sustancias no peligrosas. “El uso de combustibles alternativos en lugar de combustibles convencionales no genera incrementos significativos de las emisiones de partículas, componentes orgánicos, ácido clorhídrico u otros contaminantes”.

Las materias primas e insumos requeridos para la preparación de agentes de tronadura corresponden principalmente a nitrato de amonio (95%) y petróleo diesel (5%). Un 50% de ese 5% de petróleo diesel puede ser reemplazado por aceites usados. Aunque, dependiendo del tipo de aceite y de la validación de dicha mezcla para su uso, se puede usar sin problemas hasta el 100% del aceite usado. En la figura 4-3 se muestra un diagrama del manejo de aceites usados en Chile.



Fuente: Guía técnica para aceites usados del sector del transporte

Figura 4-3. Manejo de Aceites usados

4.3.2. Destinos ilegales de los aceites de carter usados en Chile

Los destinos ilegales de los aceites usados, presentan riesgos para la salud pública y efectos nocivos sobre el medio ambiente, las cuales son:

- Vertido a la tierra, cursos de agua, alcantarillados, sistemas de drenaje o en residuos domiciliarios, incluidos los embalajes.
- Utilización como "matapolvo" (control de polvo en caminos).
- Control de la maleza.
- Conservación de la madera (mediante pintado).
- Uso como combustible en quemas al aire libre y en general, en combustiones no controladas.
- Adulteración para su posterior comercialización.

4.3.3. Riesgos para el ser humano

El ser humano sería muy afectado en caso de ser expuesto a los desechos de los aceites usados. Una exposición prolongada y repetida a gases de compuestos presentes en los aceites usados, que de un modo u otro son arrojados a la atmósfera, son componentes muy dañinos que pueden provocar desde pequeñas afecciones sobre el sistema respiratorio como asfixia o bronquitis, hasta efectos cancerígenos en distintos órganos debido a su carácter tóxico.

4.3.4. Riesgos para el aire

El aceite al ser eliminado mediante combustión no controlada origina graves problemas de contaminación atmosférica producida por gases de combustión tóxicos y por productos de la combustión incompleta de compuestos orgánicos presentes en los aceites usados.

4.3.5. Riesgos para el agua

Este es uno de los mayores riesgos que puede provocar el desechar aceites usados en el medio ambiente, siendo que es ilegal. Estos aceites generan finas películas impermeables en la superficie de los cursos de agua impidiendo el paso de oxígeno a través de ella, produciendo la muerte de organismos que la pueblan. Además de tener efectos tóxicos diversos para organismos de agua dulce y marinos, este tipo

de contaminación puede inutilizar cursos de agua utilizados como fuentes de agua potable.

4.3.6. Riesgos para el suelo

Es un gran riesgo el botar aceites usados en el suelo, ya que los hidrocarburos saturados no biodegradables que componen el aceite usado en contacto con el suelo destruyen el humus vegetal, y por tanto la fertilidad del suelo, generando la contaminación de aguas superficiales y subterráneas.

4.3.7. Codificación de los aceites usados

La codificación de los aceites usados en Chile se encuentra normalizada en el reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos en Chile (DS N°148), y nos indica que tipo de aceite usado está envasado.

4.3.7.1. Artículo 18 del reglamento (DS N°148)

De acuerdo al artículo 18 del Reglamento (DS N°148), los aceites usados son residuos peligrosos. Dependiendo de la categoría de residuos a la que pertenezcan los aceites usados, se separan en tres listas I, II y III, en donde la lista II generalmente no es muy usada y los códigos comúnmente no se aplican.

4.3.7.1.1. Residuos de la lista I

- Código de RP 1.8: Aceites minerales residuales, no aptos para el uso al que estaban destinados.
- Código de RP 1.9: Mezclas y emulsiones residuales de aceite y agua o hidrocarburos y agua.

4.3.7.1.2. Residuos de la lista III

- Código de RP III.2: Envases y recipientes contaminados, que hayan contenido uno o más constituyentes enumerados en la categoría II.

4.3.7.2. Artículo 90 del reglamento (DS N°148)

En el artículo 90, los aceites usados están clasificados como residuos que contienen principalmente constituyentes orgánicos, que puedan contener metales y materiales orgánicos, y se codifican como:

4.3.7.3. A3020

Estos son aceites minerales desechados no aptos para el uso al que estaban destinados.

4.3.7.4. NU 3082

Los aceites usados, además de ser codificados y marcados según la clase de riesgo que representen, deben estar acompañados de un número de las Naciones Unidas que los identifique. El número para los aceites usados es NU 3082.

- Los aceites usados son residuos Tóxicos Crónicos se codifican como I.8 / A3020 y NU 3082.
- Los envases que han contenido aceites usados se codifican como III.2 y NU 3082.

4.3.8. Buenas prácticas en los cambios de aceite y cambios de filtros de aceite

- Se debe considerar un adecuado manejo del aceite usado, los filtros de aceite, los envases y los demás elementos contaminados.
- Se puede minimizar la contaminación evitando derrames en el momento de realizar cambios de aceites y filtros de aceite usados.

4.3.8.1. Cambio de aceites usados

- Debe realizarse de buena manera, para evitar generar riesgos para la salud humana y contaminación del medio ambiente.
- Se debe disponer de materiales absorbentes específicos para aceites o aserrín, arena y trapos para controlar posibles derrames.

4.3.8.2. Filtros de aceites usados

- Los filtros de aceites usados deben ser drenados antes de ser almacenados para su posterior eliminación.
- Se deberán prevenir posibles derrames y/o goteos, durante el proceso de drenado, mediante la ayuda de bandejas de goteo.

4.3.9. Recolección de aceites usados

Los principales distribuidores están realizando diversas acciones para recolectar la mayor cantidad posible de aceites usados, con la finalidad de evitar que sean eliminados de forma inadecuada. Estas acciones se enmarcan dentro de las políticas corporativas de dichas empresas y de la responsabilidad extendida del productor.

COPEC estableció una red nacional de retiro de aceites usados, llamada VIA LIMPIA, mientras tanto SHELL tiene su propio manual de buenas prácticas de aceites lubricantes, tienen políticas claras y exigencias a sus servicentros para disponer en forma adecuada los aceites usados y residuos generados en los cambios de aceites.

4.3.10. Obligaciones del generador de aceites usados

Toda instalación generadora de aceites usados debe estimar la cantidad de éstos y de otros residuos peligrosos que genera anualmente y definir si le corresponde o no, presentar un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos.

Independientemente de la cantidad de residuos peligrosos generados, el Generador de aceites usados debe llevar a cabo las tareas necesarias para el correcto manejo interno, transporte y eliminación de su residuo de acuerdo a DS N° 148.

Sin perjuicio de sus obligaciones propias, el Generador afecto a un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos que encomiende a terceros el transporte y/o la eliminación de sus residuos peligrosos será responsable de:

4.3.10.1. Retirar y transportar

Retirar y transportar los residuos peligrosos a través de transportistas que cuenten con autorización sanitaria.

- Los aceites usados se deberán depositar en contenedores apropiados que faciliten su recolección en función de sus características físico-químicas y al volumen generado, "El envasado se realizará en contenedores que tengan un espesor adecuado y estén contruidos con materiales resistentes y a prueba de filtraciones".
- El contenedor de aceite debe ser identificado y etiquetado desde su almacenamiento hasta su eliminación, indicando de forma clara el tipo de residuo que posee.
- Los aceites usados deben almacenarse en un lugar apropiado y se debe registrar la fecha de ubicación de los aceites usados en el sitio de almacenamiento, no pudiendo exceder de 6 meses (salvo casos justificados) el periodo de almacenamiento de dichos residuos.

- El transporte de los aceites usados, se debe realizar por personal capacitado, para asegurar que se lleve a cabo de manera adecuada, y que este esté preparado para enfrentar posibles emergencias.
- Se deben tomar precauciones para evitar derrames de aceites usados cuando se realice un cambio de aceite y/o se transfiera y se transporte aceite usado.
- Es necesario disponer de material absorbente para atender cualquier caso de fuga o derrame de aceite usado y contenedores para su depósito.
- Una vez que el material absorbente esté contaminado con aceite usado, deberá ser manejado como residuo peligroso.

4.3.10.2. Eliminación

Realizar la eliminación de sus residuos peligrosos en Instalaciones de Eliminación que cuenten con la debida Autorización Sanitaria que comprenda tales residuos.

El Generador de aceites usados es responsable de eliminar sus residuos de forma compatible con la protección de la salud pública y el medio ambiente a través de instalaciones de eliminación autorizadas por la autoridad sanitaria.

Preferentemente, siempre y cuando su composición química lo permita, es preferible regenerar los aceites usados. Cuando esta técnica no sea viable, los aceites usados deberán ser eliminados mediante valorización energética.

4.3.10.3. Informar

Proporcionar oportunamente la información correspondiente al Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos y entregar al transportista las respectivas Hojas de Seguridad para el Transporte de Residuos Peligrosos.

Los establecimientos que anualmente den origen a más de 12 Kg. de residuos tóxicos agudos o más de 12 toneladas de residuos peligrosos que presenten cualquier otra característica de peligrosidad deberán:

- Contar con un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos presentado ante la Autoridad Sanitaria.
- Poseer un número de identificación que está impuesto por el sistema de declaración y seguimiento de residuos peligrosos.
- Disponer de un sitio de almacenamiento temporal que cumpla con los requisitos establecidos en el DS 148 y en los manuales específicos elaborados por la Autoridad Sanitaria.
- Realizar el transporte y la eliminación de sus residuos peligrosos mediante Empresas de Transporte (cuando corresponda) e Instalaciones de Eliminación que cuenten con la debida Autorización Sanitaria”.

“Los establecimientos que anualmente NO den origen a más de 12 Kg. de residuos tóxicos agudos o más de 12 toneladas de residuos peligrosos que presenten cualquier otra característica de peligrosidad deberán al menos:
Realizar la eliminación de sus residuos peligrosos en Instalaciones de Eliminación que cuenten con la debida Autorización Sanitaria”.

4.3.11. Sistema de declaración y seguimiento de residuos peligrosos

El Generador, cada vez que envía sus aceites usados a Instalaciones de Eliminación Autorizadas debe declararlo a través del Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos.

Tanto los Generadores, como los Transportistas e Instalaciones de Eliminación de aceites usados autorizados por las Autoridades Sanitarias deben poseer un número de identificación que será usado en el Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos.

Los tenedores de residuos peligrosos quedan sujetos a un sistema de declaración y Seguimiento de tales residuos, válido para todo el país, que tiene por objeto permitir a la autoridad sanitaria disponer de información completa, actual y oportuna sobre la tenencia de tales residuos desde el momento que salen del establecimiento de generación hasta su recepción en una instalación de eliminación.

Desde que un residuo peligroso sale del establecimiento de generación deberá estar permanentemente acompañado del Documento de Declaración que le corresponde emitir al generador. Existen dos sistemas para El Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos peligrosos, electrónico o con papel.

4.3.11.1. Electrónico

Sistema al cual se puede acceder a través de la página Web <http://www.sidrep.minsal.gov.cl/> mediante el número identificador y la clave de acceso proporcionados por la Autoridad Sanitaria.

4.3.11.2. Papel

El generador entregara al transportista el papel original y 3 copias del documento de declaración y seguimiento de residuos peligrosos al momento de la carga.

Posteriormente a la firma del Transportista, el Generador deberá remitir la copia 4 a la Autoridad Sanitaria respectiva y retener para sí la copia 5 por un periodo mínimo de 2 años. “Se debe mantener al alcance el documento en formato papel para cubrir cualquier tipo de eventualidad en el sistema informático”.

Finalmente como una manera de contribuir, en el ANEXO A, se agrega el protocolo de los análisis de aceite en SHELL, los cuales al realizarse, dejan en evidencia los problemas que un motor puede tener y ayudan a un diagnostico preventivo de este, para evitar daños mayores. Hoy en día el diagnostico preventivo se aplica de manera más masiva programándose intervenciones de conservación del motor, con un respaldo de mayor información.

CONCLUSIONES

EL aporte más importante para la evolución de los aceites de carter, sin duda ha sido el esfuerzo humano, ya que desde los inicios del motor a combustión interna este se ha esmerado en crear diferentes tipos de soluciones, con el objetivo de crear un aceite de calidad, que contamine menos y sea duradero en el tiempo.

Ejemplo de esto son los múltiples tipos de aparatos inventados a lo largo del tiempo, que ayudan a realizar pruebas a los aceites, además de las diferentes normas creadas que han ayudado a la mejora del producto y disminuir los niveles de contaminación principalmente.

Todo esto ha ayudado a que la mejora de los aceites de cárter este llegando a niveles insospechados desde sus inicios.

Los avances tecnológicos, han ayudado a la mejora de las normas, y con esto a la evolución de automóviles y aceites, ya que las empresas deben seguirlas al elaborar nuevos productos, debido a que los clientes exigen estas normalizaciones para asegurarse de que el producto comprado es de buena calidad, si esto no ocurre, el cliente no compraría y el mercado se estancaría.

Con la exigencia de la mejora en la calidad del aceite, aparecieron los aditivos que han adquirido gran importancia en la mejora de las propiedades de aceites lubricantes con los que los conocemos actualmente.

Uno de los elementos que constituyen el aceite, y que es fundamental hoy en día es el azufre, ya que según su cantidad sabemos a qué grupo de base de API pertenecen. También según la cantidad de azufre presente en el combustible, en motores MTU puede variar la calidad del aceite que se debe ocupar y el tiempo de servicio.

La selección de un aceite para motores MTU adecuado depende de la calidad del combustible, del tiempo de servicio previsto del aceite y de las condiciones climáticas en el lugar de empleo.

RECOMENDACIONES

Los aceites de carter MTU, se rigen por normas muy estrictas, por lo cual es de vital importancia usar solo aceites que siguen estas normas.

El uso de aceites de carter MTU que no estén autorizados, ni siguen las normas internacionales (SAE, ASTM, API y ACEA), pueden ocasionar problemas fatales, que pueden provocar daños irrevocables en los motores.

Por esto se recomienda comprar aceites en distribuidores establecidas para su venta, evitando comercios no establecidos que solo pueden provocar daños, sin hacerse responsables de estos.

En los motores MTU se debe tener en cuenta que, para proteger el motor, la manera más eficaz es, usar tanto filtros y aceites genuinos de MTU, ya que trabajan en perfecta armonía con el equipo y maximizando el rendimiento, en comparación a uno alternativo. Prolongando su vida útil, además el usar filtros y aceites genuinos son una parte esencial para el mantenimiento preventivo.

BIBLIOGRAFÍA

William A. Gruse y Donald R. Stevens. Tecnología química del petróleo. Tercera edición. Barcelona. OMEGA S.A. 1999. ISBN 665.5 G892

Centro Técnico Shell. Lubricación y lubricantes. Shell Chile. 1999

Guía técnica para aceites usados del sector del transporte. CONAMA. Chile. 2008

WEBGRAFIA

Company MTU online. Prescripciones de las materias de servicio MTU [en línea].
<<https://www.mtu-online.com/>> [Consulta: 02 febrero 2019]

SAE internacional. Normas j183, j300, j357 y j1423 [en línea].
<<http://www.sae.org/>>. [Consulta: 10 julio 2019]

ASTM International. Normas ASTM D92 – 18, ASTM D93 – 18, ASTM D445 – 19, ASTM D2896 – 15, ASTM D2982 – 13, ASTM D3244 – 18, ASTM D4485 – 18a, ASTM D4683 – 17, ASTM D4684 – 18, ASTM D4741 – 18, ASTM D5293 – 17a, ASTM D5481 – 13, ASTM D6278 – 17e1, ASTM D6304 – 16e1 [en línea].
<<http://www.astm.org/>>. [Consulta: 30 marzo 2019]

American Petroleum Institute. Norma 1509 Y ANEXOS [en línea].
<<http://www.api.org/>>. [Consulta: 12 julio 2019]

The Lubrizol Corporation. Normas ACEA SECUENCIAS A/B, C Y E [en línea]. <
<https://www.lubrizol.com/>>. [Consulta: 30 marzo 2019]

Ascensión Sanz Tejedor. Química orgánica industrial [en línea].
<<https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-13.php>> [Consulta: 25 junio 2019]

Mann Filter. Filtro de aceite Spin-on y Filtro de aceite centrifugo [en línea]
<<https://www.mann-filter.com/es/mf-mx/products/oil-filter/>> [Consulta: 12 junio 2019]

WIDMAN INTERNATIONAL SRL. Los Cinco Grupos de Aceites Básicos API [en línea].
<<https://www.widman.biz/Seleccion/basicos.html>> [Consulta: 28 abril 2019]

Facultad de ingeniería universidad de buenos aires. Procesos de destilación atmosférica de crudos y al vacío [en línea].
<<http://materias.fi.uba.ar/7605/Archivos/Refineria.pdf>> [Consulta: 28 JUNIO 2019]
SHELL. Análisis de lubricantes [en línea].
<<https://www.enex.cl/nuestros-negocios/soluciones industriales/laboratorio/analisis-de-lubricante/>> [Consulta: 28 agosto 2019]

ANEXOS

ANEXO A: Protocolo para un análisis de aceite en SHELL

Anualmente, se gastan cientos de millones remplazando componentes de la maquinaria que se han desgastado debido a la incapacidad del lubricante para realizar la tarea prevista. Saber cómo interpretar las propiedades cambiantes del lubricante puede aumentar tanto el tiempo de disponibilidad, como la vida útil de equipamiento clave en su actividad.

Shell (LubeAnalyst o analista de lubricantes)

Es un servicio de análisis físico-químico del lubricante, herramienta clave dentro de los sistemas de mantenimiento preventivos y predictivos. Por su precisión, empresas del área minera, industrial y transportes lo prefieren y reconocen un importante ahorro en concepto de mantenimiento. Como la sangre que recorre las venas y frente a un examen arroja resultados vitales para un ser humano, asimismo funciona el aceite en todo tipo de maquinarias. Al ser analizado, entrega datos esenciales que permiten maximizar la vida útil de los equipos en los que es utilizado. Shell, a través de este servicio monitorea y evalúa el estado del aceite, el cual entrega valiosa información que a su vez permite realizar un reconocimiento preventivo a las maquinarias, al acceder a información certera y expedita, que se traduce en economía de tiempo y dinero para los negocios. Este sistema de análisis y diagnóstico permite conocer el estado del lubricante y los componentes vitales, convirtiéndose en una estrategia clave de mantenimiento planificado y predictivo. Mediciones de viscosidad del aceite, contenido de agua y combustible por ejemplo, pueden indicar alteración de un equipo, al igual que la medición de la acidez y cantidad de metales que pueda contener. Esta serie de antecedentes indican si un equipo está sufriendo algún tipo de desgaste, por ejemplo por el roce de dos piezas, incluso si se trata de un pistón o en el sistema de refrigeración. Así de preciso es este servicio especializado que actualmente es utilizado ampliamente en el sector minero, eléctrico y transporte, y que puede aplicarse a todo tipo de vehículos y maquinarias, ya que su objetivo final es maximizar el uso del aceite minimizando costos y cuidando de la mejor forma los equipamientos. Por ejemplo, en el sector minero específicamente los camiones de extracción aumentan su confiabilidad extendiendo sus horas de trabajo, lo que implica la mayor obtención de cobre. En tanto, la experiencia en flotas de automóviles ha mostrado importantes ahorros en mantenciones de los vehículos, lo mismo ocurre con flotas de buses y camiones. El servicio también es una alternativa para el sector eléctrico tomando muestras a los aceites de turbinas de generación y transformadores eléctricos, logrando

economizar también en esta área. Es en las áreas de mantenimiento y abastecimiento donde este servicio despierta un mayor interés, ya que entrega una mayor confiabilidad en los equipos y una disminución de los tiempos de parada por la detección prematura de potenciales fallas, menores costos destinados a reparación de las máquinas y monitoreo preciso de la eficiencia operativa.

Pasos para realizar un monitoreo del aceite por SHELL

- Se adquiere un kit que permite ejecutar 10 muestras, los clientes registran su información y los componentes de sus equipos, luego toman las muestras de aceite, las etiquetan y envían a través de un correo privado a los laboratorios acreditados de Shell para ser examinadas.
- Los usuarios reciben un informe por correo electrónico y en el sitio web, en el cual puede hacer un seguimiento a sus muestras de acuerdo al tipo de componentes declarados en el sistema, como por ejemplo: motor, transmisión y diagnóstico y recomendaciones a seguir.
- Las muestras se centralizan en el laboratorio Shell de Antofagasta, el que presta servicios también para Argentina. En algunos casos, hay centros de Shell analistas de aceite en las mismas faenas mineras.
- Contacto para adquirir el sistema de análisis de aceite: con el representante de ventas Shell o a través del fono: 600 350 2000.

Para llevar a cabo el análisis de aceite, SHELL pone a su disposición los siguientes ensayos:

- Determinación de metales según norma ASTM D-6595
- Conteo de partículas según norma ASTM D-7526
- Determinación de espectrometría infrarroja(FT-IR) según norma ASTM E-2412
- Determinación de TAN según ASTM D-664 y determinación de TBN según ASTM D-2896
- Determinación de viscosidad a 40°C/100°C, según norma ASTM D-445.

Beneficios del análisis de aceite

- Muestra el estado de los equipos.
- Permite identificar los problemas potenciales en una fase inicial.
- Permite optimizar los intervalos de mantenimiento.

- Reduce el tiempo de paradas y la reducción de producción.
- Reduce los costos de reparación y de mano de obra.
- Garantiza el estado óptimo de aceite.
- Potencialmente permite ampliar intervalos de drenaje del aceite.
- Permite organizar el mantenimiento planificadamente.
- Le ayuda a ahorrar dinero.
- Le ofrece tranquilidad.

A continuación se muestra un ejemplo de un reporte con muestras de aceites usados, hecho por shell

