



T  
629.253  
BUS

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

**"Introducción de Sistemas de Filtración de Larga Duración  
para aceite de Motores Diesel"**

**TESIS DE GRADO**

**Previo la obtención del Título de**

**INGENIERO MECANICO**

**Presentada por**

**Alex G. Bustamante Rivera**

**GUAYAQUIL-ECUADOR**

**AÑO**

**1999**



**\*D-19843\***

## AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de una ú  
otra manera, me dieron su apoyo  
para la ejecución de este trabajo y  
en especial Ing. Xavier Segovia,  
Director de esta Tesis, por su valiosa  
ayuda



# DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

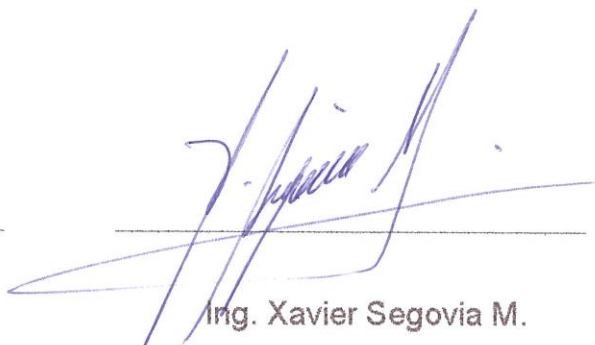
A MIS AMIGOS



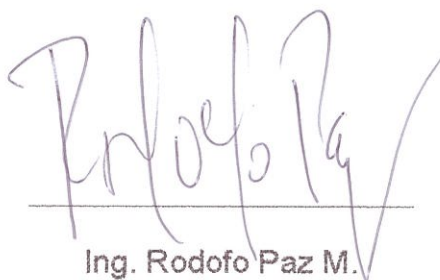
## TRIBUNAL DE GRADUACION



Ing. Francisco Andrade S.  
DELEGADO DEL DECANO  
DE LA FIMCP



Ing. Xavier Segovia M.  
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Rodolfo Paz M.  
VOCAL





## DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta Tesis, corresponden exclusivamente al autor; y el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL "

( Reglamento de Graduación de la ESPOL )

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alex G. Bustamante Rivera', is written over a horizontal line.

Alex G. Bustamante Rivera

## RESUMEN

El presente trabajo analiza un nuevo sistema de filtración para motores diesel en el cual en su primera parte, se describe a las clases de aceite y de procesos de filtración. Se explican detalladamente las características de cada tipo de filtro. Se describen las características del filtro de larga duración respecto a su repercusión con el medio ambiente y se denotan las aplicaciones de estos sistemas para nuestro medio.

Luego se hace énfasis en dos problemas para los operadores de flotas que son su economía y el impacto al medio ambiente, así mismo se evalúa la situación en nuestro país en base a la cantidad de usuarios que podrían adoptar este sistema. Se detalla todas las cualidades y beneficios del filtro de larga duración y nos explica sus partes, accesorios y construcción. También se explican las características del proceso de filtración al analizar los resultados de pruebas de laboratorio a distintos tipos de filtros, y se reporta la evaluación que hicimos localmente a un motor al cual se le instaló este sistema por un periodo de 1500 horas de trabajo aproximadamente.

Finalmente se analiza la ventaja económica que se obtiene con los filtros de larga duración respecto a los otros tipos de sistemas.

## INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
INDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
SIMBOLOGIA.....	V
INDICE DE FIGURAS.....	VI
INDICE DE TABLAS.....	VII
INTRODUCCION.....	1
I. GENERALIDADES.....	3
1.1. Clases de Filtros de Aceite y de Procesos de filtración.....	3
1.2. Influencia de este sistema en la protección al medio ambiente.....	7
1.3. Aplicaciones.....	10
II. ANALISIS DEL PROBLEMA.....	13
2.1. Reconocimiento de la necesidad específica y definición del problema.....	13
2.2. Análisis del Mercado Ecuatoriano.....	19
2.3. Estudio de Factibilidad.....	20

III. INTRODUCCION DEL PRODUCTO..... 28

3.1 Características del filtro de larga duración I.P.C.O..... 28

3.2 Descripción de partes, accesorios y materiales del  
filtro IPCO..... 29

3.3 Características del Proceso de Filtración..... 35

3.4 Desarrollo de Pruebas Experimentales para demostrar  
la efectividad del producto..... 46

IV. ANALISIS DE COSTOS..... 54

V. COMERCIALIZACION..... 60

5.1 Técnicas de Mercadeo..... 60

5.2 Atención Post Venta. Análisis de Lubricantes..... 63

VI. DISCUSION DE RESULTADOS..... 65

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 67

APENDICE

BIBLIOGRAFIA

## ABREVIATURAS

cSt	Centi Stoke
km	Kilómetro
kg	Kilogramo
I.P.C.O.	Filtro de Aceite limpiable in situ.
mm	Milímetro
mg	Miligramo
ppm	Partes por millón.
psi	Libra por pulgada cuadrada
SAE	Sociedad de Ingenieros Automotrices
U.S.D. \$	Dólar
TBN	Número Total Base
vs	Versus



## SIMBOLOGIA

Al	Aluminio
Cr	Cromo
Cu	Cobre
Fe	Hierro
Pb	Plomo
Si	Silicio
Sn	Estaño
°C	Grados Centígrados
°K	Grados Kelvin
µm	Micrómetro
%	Porcentaje
°	Grado
#	Número

## INDICE DE FIGURAS

		Pag.
Figura 3.1	Ilustración de Filtro I.P.C.O.....	29
Figura 3.2	Descripción de Elementos Constitutivos de Filtro IPCO.....	30
Figura 3.3	Comparación de Eficiencias en Remoción de Partículas para diferentes clases de Filtros.....	37
Figura 3.4	Comparación del comportamiento de caídas de presión entre Filtros Desechables y Filtros I.P.C.O.....	39
Figura 3.5	Comparación de resultados de conteos de partículas de un motor Caterpillar 3406 equipado con filtro desechable y filtro I.P.C.O.....	41
Figura 3.6	Comparación de resultados de conteos de partículas de un motor Cummins N14 equipado con filtros desechable e I.P.C.O.....	42
Figura 3.7	Comparación de resultados de Análisis de Aceite de motores Detroit Diesel serie 50 equipados con filtros IPCO y desechables.....	43
Figura 3.8	Vista de Equipo Generador Kohler 350.....	47
Figura 3.9	Vista frontal de Generador Kohler 350 equipado con filtro I.P.C.O.....	48
Figura 3.10	Vista de filtro I.P.C.O. instalado en motor.....	49
Figura 3.11	Vista de filtro I.P.C. con medidor de diferencial de presión.....	50
Figura 4.1	Análisis de Costos a Largo Plazo de filtros I.P.C.O. vs filtros Descechables.....	Ap. E
Figura 4.2	Análisis de Costos a Largo Plazo de filtros I.P.C.O. vs filtros Desechables incluyendo costos de aceite de recambio.....	Ap. G



## INDICE DE TABLAS

		Pag.
Tabla I	Características de distintas clases de filtros.....	Ap. A
Tabla II	Límites de Advertencia.....	40
Tabla III	Resultado de Análisis de aceite a distintas horas en generador Kohler 350.....	Ap. B
Tabla IV	Análisis de costos por cambios de aceite en un motor Diesel promedio.....	Ap. C
Tabla V	Análisis de costos a largo plazo de filtros I.P.C.O. vs. Desechables.....	Ap. D
Tabla VI	Análisis de costos a largo plazo de filtros I.P.C.O vs. Desechables incluyendo costos de aceite de recambio	Ap. F

## INTRODUCCION

El presente trabajo trata sobre el estudio y análisis de un sistema especial y nuevo de filtración enfocado al mercado ecuatoriano de motores diesel.

La preocupación sobre el desecho de aceite y filtros usados está creciendo. El desecho de filtros de aceite ya está sujeto a regulaciones federales en los Estados Unidos, Canadá, Alemania y en los Países Bajos. Otros países están investigando sobre las ramificaciones del desecho de filtros sobre la economía, negocios y especialmente sobre el medio ambiente. Los usuarios de Filtros, especialmente operadores de Flotas y Centros de Mantenimiento están re evaluando las prácticas de servicio con filtros para disminuir las obligaciones legales y de largo plazo y reducir los costos de desecho.

El control y regulaciones para los filtros usados de aceite está dirigido por la preocupación sobre la posible migración de materiales peligrosos hacia el medio ambiente. Al analizar la cantidad de aceite usado que es generado anualmente podemos ver que se genera una amenaza a la calidad del agua lo cual ha obligado a las agencias de control ambiental a requerir que los filtros de aceite sean drenados antes de ser desechados.

Como resultado de lo enunciado anteriormente, los administradores de vehículos y equipos necesitan re evaluar sus prácticas y medios de filtración y considerar otras alternativas que los convencionales filtros de aceite enroscables. Al hacer esto, los administradores no deben perder de vista el propósito principal de los filtros que es el proteger a la maquinaria del desgaste y reducir los costos de mantenimiento.



# CAPITULO 1

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 Clases de Filtros de Aceite y de Procesos de Filtración

La Sociedad de Ingenieros Automotrices establece la clasificación de aceites para motor en dos grupos generales. El primero en base a la viscosidad y el segundo conforme a su funcionamiento.

En el primer grupo, la viscosidad se mide tanto a -18 Grados Centígrados como a 98.9 G. Centígrados. Así, los números de viscosidad SAE 5W y SAE 10W y 20W, están calculados en relación con 18 Grados Centígrados. En tanto que SAE 20, 30, 40 y 50 se miden con respecto a 98.9 Grados Centígrados. Los aceites multigrados como SAE 5W-20 y SAE 10W-30, son aquellos cuyas características de viscosidad satisfacen las necesidades de ambas temperaturas.

La clasificación del segundo grupo ya mencionado incluye los aceites de motor que se encuentran dentro de un intervalo de calidad en el funcionamiento que va desde un aceite mineral puro, al que se le han



agregado elementos en pequeñas cantidades para mejorar su punto de fluidez o de congelamiento o depresores de espuma, hasta aquellos que se requieren para los vehículos de pasajeros que trabajan en condiciones muy severas y camiones de trabajo pesado que no operan en las carreteras de alta velocidad. Los aceites para servicio en motores de gasolina se designan con las letras SD y SE y los que se emplean en motores diesel y gasolina de trabajo pesado con las letras CC y CD. El comportamiento de estos aceites se evalúa en motores de prueba tanto de un cilindro como de varios. Entre los factores que se consideran están incluidos los siguientes: polvo, desgaste, formación de depósitos, consumo y grado de espesamiento de aceite.

Así como existe una diversidad de aceites que depende del tipo de uso para el cual van a servir o del medio en el cual trabajan los motores, podemos encontrar una gran variedad de filtros, los cuales a su vez dependen del tipo de aceite que purificarán o limpiarán.

En todo filtro, el proceso de purificación se produce cuando el flujo de aceite entra a éste por su periferia, atraviesa el medio filtrante, el cual puede ser de celulosa, papel, malla de alambre, etc. y se limpia, quedando las impurezas y demás contaminantes atrapados en el



medio y el aceite sale limpio por el centro del filtro y regresa al motor o sistema hidráulico a continuar con sus funciones de lubricación o hidráulicas.

Existen 4 tipos de sistemas para la filtración de aceites en motores de combustión interna o en sistemas hidráulicos. Estos son:

- Desechables
- De Alambre
- Separador Centrífugo
- I.P.C.O. ( Filtro de aceite limpiable in situ )

Los **Filtros Desechables** son los filtros convencionales que vienen como equipo original de los motores actuales; estos son los filtros más comunes y económicos y su eficiencia en el filtrado es comparable al de los filtros **IPCO** motivo de estudio y análisis de esta Tesis. El elemento filtrante consiste de papel con una porosidad variable que va a depender del tipo de aceite o sustancia que se requiera purificar. El vaso o carcasa está construido de latón que por lo general es de un espesor bien delgado. Se puede oxidar fácilmente y normalmente podemos observar síntomas de oxidación en la parte superior de éste.



Los **Filtros de Alambre** son filtros de tela de alambre tejida o de malla que tienen una eficiencia media típica de 60 micras ( 6 veces menos eficiente que un filtro IPCO ). Son filtros limpiables, pero requieren desmonte de piezas y un proceso largo de limpieza con ultra-sonido, que resulta impráctico, costoso y difícil de hacerlo en nuestro medio.

Los **Separadores Centrífugos** crean un gran campo de sedimentación para la remoción de partículas. Estos filtros son muy costosos y requieren demasiado espacio, además de presentar demasiada caída de presión.

Los filtros **IPCO** son una nueva clase de filtros reutilizables que usan una espuma aire-aceite que drena los contaminantes fuera del medio sintético de filtrado. El filtro es limpiado en el lugar de trabajo con aire comprimido sin necesidad de retirarlo del vehículo, conectando mangueras con acoples rápidos que evitan el derrame de aceite. El tiempo requerido para este proceso es mínimo. Al completar el nivel de aceite del motor, hasta con un galón de aceite, se restaura los niveles de aditivos necesarios para el buen funcionamiento del lubricante.



## 1.2 Influencia de este Sistema en la Protección del Medio Ambiente

La naturaleza proporciona dos receptores casi inagotables para mantener un ambiente constante sobre la tierra. El primero es la temperatura de 4 °K del espacio absoluto, mediante el cual la naturaleza transmite el calor y completa los balances de energía. El segundo lo constituyen los océanos, que sirven para completar los balances de materia de los procesos cíclicos al recibir los desagües combinados de los continentes. El mayor progreso en Ingeniería aparece cuando la gente controla sus actividades con el ambiente para obtener el provecho máximo con el costo mínimo de estos receptores y de los procesos cíclicos de la naturaleza.

Las Normas Universales de Política de Medio Ambiente establecen en sus puntos más importantes lo siguiente:

- Se dispone lo necesario para obtener el mayor beneficio del medio ambiente sin degradación o riesgo en la salud o la seguridad, u otras consecuencias indeseables.



- Se dispone lo necesario para alcanzar un balance entre la población y el empleo de los recursos que permita llegar a un estándar de vida elevado.
- Se señalan los requerimientos para mejorar la cantidad de los recursos renovables y alcanzar la máxima re circulación posible de los recursos agotados. Con el control ambiental, se busca prorrogar los suministros de energía no renovables utilizándolos en forma más eficiente e inteligente, sustituyéndolos hasta donde sea posible por la energía solar y nuclear u otros medios casi inagotables con el fin de poderlos conservar. Se buscan también sustitutos para otros recursos naturales y suministros que puedan agotarse, así como medios para re circular sustancias escasas no recuperables.
- Con el control ambiental se pretende conservar la calidad de la tierra y el agua por medio de la diversificación en canales de drenaje adecuados de los desagües concentrados, es decir, de irrigación, municipios, industrias y minas, de tal manera que estas muestras no re circulables y no recuperables sean descargadas finalmente en los océanos, en donde se mezclan sin consecuencias con las grandes cantidades de desagües de los

los continentes, presentándose en forma natural como parte del ciclo hidrológico.

- El estándar de vida será mas alto cuando se realicen todos estos aspectos con el mínimo costo y esfuerzo por parte del consumidor. Esto requiere que, a escala nacional, la productividad de artículos de consumo sea maximizada y las pérdidas minimizadas, evitando desperdicios y utilizando procesos cíclicos. En lo que respecta al producto que estamos estudiando y evaluando en esta Tesis, este cumple con los objetivos del control ambiental, en cuanto a la maximización de los artículos de consumo. Con la utilización de este producto, evitamos el desecho del filtro de aceite una vez que el aceite del motor debe ser reemplazado. Así mismo prorrogamos la vida de recursos no renovables, en el caso del aceite de los motores, el cual mediante el empleo de este tipo de filtros puede aumentar su vida hasta en un 200 por ciento. En el caso del filtro, este tiene una vida útil de 10 periodos de trabajo de la maquina contribuyendo notablemente a la disminución de desperdicios al medio ambiente.

### 1.3 Aplicaciones

El uso de estos filtros al igual que todos los anteriormente descritos, se lo podrá realizar en todo tipo de Motores Diesel, de dos y cuatro tiempos , en todo tipo de camiones, cabezales, buses, montacargas, equipo caminero, agrícola, y de construcción, equipo industrial, de bombeo, generadores y motores marinos, ya sean estos nuevos o tengan desgaste por normal uso. Al usar este tipo de filtros, se podrán obtener los siguientes resultados:

- **Menos cambios de Aceite.-** Al usar este medio sintético limpiable de filtración se puede prolongar la vida del aceite hasta en un 200% de su vida útil con la consecuente disminución de los cambios de éste.
- **Menos compras de filtros lubricantes e hidráulicos.-** Con un solo filtro I.P.C.O. se compensa el uso de 10 filtros desechables..
- **Menos desorden.-** Al disminuir el número de filtros en bodega de mantenimiento, se nos va a hacer más fácil ubicar los repuestos debido al bajo número de filtros en stock.

- **Menos tiempo dedicado al mantenimiento.-** El proceso de limpieza de un filtro I.P.C.O. es tres veces más rápido que el reemplazo del filtro.
- **Menos desperdicios peligrosos.-** El desecho de filtros usados trae consigo un sinnúmero de inconvenientes y peligros, tal es el caso del aceite dispersado sobre superficies de trabajo que pueden ocasionar accidentes, o filtros en el piso con cortes o paredes filosas que pueden causar heridas y demás. También está comprobado que el aceite quemado en contacto con la piel produce cáncer.
- **Menos costo en el desecho de filtros.-** En nuestro medio, las leyes aún no son tan exigentes en este sentido, pero las normas ambientales y reguladoras de contaminación emitidas por Municipios y Gobierno en general han comenzado ya a obligar que el desperdicio de filtros y aceites sea ejecutado en forma ordenada y respetando ciertos parámetros que obligan a realizar gastos en este proceso con el fin de no contaminar más el medio ambiente.

- **Menos costos operativos.-** Como consecuencia de una disminución en la cantidad de aceite a usarse y también una reducción drástica del número de filtros, los costos van a reducirse considerablemente.



# CAPITULO 2

## 2. ANALISIS DEL PROBLEMA

### 2.1 Reconocimiento de la Necesidad Específica y Definición del Problema.

En nuestro país y en todo el mundo el desecho de filtros usados en maquinaria diesel poco a poco va tornándose en un serio problema de contaminación.

A manera de ejemplo, se estima que el desecho de estos filtros asciende anualmente en Estados Unidos a 400 millones de estos elementos. Estos a su vez generan una cantidad de 170.000 toneladas de chatarra metálica y 90 millones de galones de aceite usado.

Esto descrito anteriormente es lo que concierne al problema ambiental, estamos generando cada vez, mas y mas chatarra y contaminantes como lo es el aceite usado el cual muchas veces es desecho en forma impropia y agravante al medio ambiente. Los cambios de aceite por lo general son realizados en lugares que no

cumplen con las reglas y normas de sanidad elementales. Los filtros son echados en cestos de basura comunes o a la calle, y el aceite muchas veces es arrojado a los canales de drenaje de aguas lluvias o servidas de las ciudades o pueblos. Existen estudios que indican que el aceite quemado en contacto con la piel humana puede llegar a producir cáncer a ésta.

El empuje al desarrollo de mejorados lubricantes para maquinaria continua siendo el foco de atención en la industria del transporte y camiones, debido a que los gerentes de las flotas se esfuerzan por obtener costos de operación y mantenimiento más bajos. Mientras que las más grandes compañías petroleras han continuado mejorando sus productos para extender los intervalos de cambios de aceite y mejorar el desempeño de las máquinas, los fabricantes de filtros de aceite han continuado fabricando productos que cuentan con la tecnología tradicional de filtración.

Algunos fabricantes de filtros han tratado de introducir productos suplementarios de filtración para mejorar el desempeño del filtro convencional, pero ninguno de estos productos ha conseguido el resultado deseado de mejorar el proceso de filtración y reducir los costos de operación de las flotas.

Para aumentar estos problemas, la industria esta acechada con la emisión de regulaciones ambientales y ecológicas y continua presión de las agencias de Gobierno en el desecho de aceite y filtros usados. Esto se ha dado en un inicio en los Estados Unidos, pero se puede apreciar en nuestro país y especialmente en los gobiernos seccionales una mayor preocupación para asuntos de esta índole.

La Municipalidad de Guayaquil, en relación a este tema, expidió la **Ordenanza de Gasolineras y Estaciones de Servicio**, la cual en sus artículos # 3 y 42 expone lo siguiente:

**Artículo 3.-** La M.I. Municipalidad de Guayaquil, concederá permisos de usos de suelo y edificación, siempre que las correspondientes empresas propietarias o administradoras, se obliguen a que tanto en la construcción de dichos establecimientos, como en su operación no se afectará al vecindario ni al medio ambiente , y que, se adoptarán medidas que eviten la descarga de contaminantes a la atmósfera y al subsuelo conforme lo establece el Decreto Ejecutivo 2.982.

**Artículo 42.-** Los residuos de aceite que procedieren de vaciados de los correspondientes compartimentos de los motores ( carters ) deben ser sacados inmediatamente, porque pueden contener gasolina. Este aceite debe almacenarse en cilindros cerrados. Los residuos de aceite, combustible residual o deteriorado y más materiales líquidos o semilíquidos de derivados de petróleo no podrán ser evacuados a través de las alcantarillas sanitarias o pluviales.

Debido a esto se ha obligado al cierre y clausuras temporal y definitiva de ciertos establecimientos dedicados al servicio de cambios de aceite, y afines quienes procedían de manera atentatoria contra el medio ambiente en el desecho de los residuos de aceites y combustibles. Las Lubricadoras y Estaciones de Servicio existentes cumplen con normas específicas para la recolección y disposición de estos materiales de desechos al haber construido sistemas de trampas y canales de desagüe apropiados para el tratamiento de estos.

Aún con el incremento en los intervalos cambio de aceite, el desecho de filtros usados es uno de los más grandes y costosos problemas que las flotas asumen actualmente. Algunos productores de aceite y compañías de filtros han tratado de reducir este problema desarrollando programas de negociación y recambio de aceite quemado y filtros usados; sin embargo aún con estos programas en vigencia, los problemas permanecen y se siguen añadiendo significativos costos a las operaciones.

Todo Administrador de Flota de Vehículos o de Equipos de Planta según el número de unidades del cual esté encargado, enfrenta problemas como los siguientes:



1. **Control de gran stock de filtros.-** Dependiendo del número y modelo o marcas de camiones o vehículos que tenga al frente se tendrá que lidiar con una buena cantidad de estos repuestos para abastecer las necesidades de su flota.
2. **Dificultad para seguir calendario de cambios de aceite.-** Debido a la necesidad que tienen las compañías de que sus equipos trabajen la mayor cantidad de tiempo posible dejando muchas veces a un lado el mantenimiento preventivo, teniendo que estar el Departamento de Mantenimiento detrás de Operaciones para que permitan a los equipos descansar y someterlos a cambios de aceite y filtros.
3. **Inexistencia en el mercado de Filtros.-** Hoy en día más que nunca tenemos este problema al reducir los importadores de repuestos la cantidad y variedad de filtros que normalmente traen debido a la seria situación económica por la que atraviesa nuestro país o al pago de aranceles desmedidos que frenan una buena disponibilidad de repuestos en nuestro mercado.
4. **Suciedad y desorden en el área de trabajo al efectuar cambios de aceite.-** Debido a la falta de regulaciones



ambientales o a la falta de respeto a éstas, la mayoría de talleres de mantenimiento en nuestro medio, constituyen un foco de insalubridad y peligrosidad para los que ahí laboran debido a la gran cantidad de aceite desperdigado en su superficie.

5. **Carencia de Personal para realizar trabajos rutinarios de mantenimiento.-** Se debe disponer del personal indicado para realizar los cambios de aceite. Los mecánicos especializados están enfocados principalmente para trabajos de reparación y normalmente se rehusan a realizar este tipo de actividad, puesto que es considerado como secundario y de un nivel inferior al de ellos. Entonces es necesario que este trabajo se simplifique para que lo pueda realizar cualquier empleado con el mínimo de instrucción.
6. **Problemas para deshacerse de los desperdicios.-** Este es uno de los mayores inconvenientes, puesto que una vez que se han recogido y agrupado éstos desechos, no existe el lugar indicado dónde disponer de ellos, o compañías especializadas en estas labores que puedan eliminarlos o enterrarlos o reciclarlos. Simplemente son echados junto con la basura en los botaderos municipales.



7. **Gasto excesivo en cambios de aceite.-** Al requerimiento de exigir a los vehículos que cubran mayor cantidad de horas de trabajo al día, se entiende que se va a reducir el período de cambios de aceite y por consiguiente va a aumentar la cantidad de aceite requerida.
8. **Descuido u olvido permitiendo que se extienda el periodo del cambio de aceite.-** Se arriesga el buen estado de la máquina.

Los filtros IPCO ayudan a eliminar estos problemas enunciados anteriormente al extender la vida de éste 10 veces que los convencionales y ayudar a la vez a aumentar la vida del aceite. Este filtro es diseñado para ser limpiado en su sitio solamente con la ayuda de aire comprimido.

## **2.2 Análisis del Mercado Ecuatoriano**

No existe en nuestro país un estudio que nos indique los valores que describimos anteriormente, sin embargo, sabemos que solamente en cuanto al numero de camiones registrados que circulan en nuestras ciudades y carreteras, de acuerdo a información proporcionada por la

Dirección Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre, éstos ascienden a 90.000 aproximadamente, de los cuales tienen un promedio de 18 cambios anuales de aceite lo que nos da un total de 1'620.000 cambios de aceite y lógicamente esta cantidad se equipara en torno al número de filtros desechados.

Adicional a este número debemos tener en cuenta los motores estacionarios que trabajan en estaciones de bombeo o generadores, adicional a los motores marinos y maquinarias de diversos géneros. En estos momentos en que el valor de los combustibles en nuestro país supera al precio de estos en muchos lugares, incluso en los Estados Unidos, las compañías transportistas y empresas que manejan equipos diesel deben buscar economizar en otras áreas tales como el mantenimiento de sus maquinarias. Esto no debe hacerse olvidando de reemplazar el aceite y filtros a su debido tiempo, sino buscando mejores soluciones tales como es el caso de filtros o aceites de larga duración.

### **2.3 Estudio de Factibilidad**

Vamos a describir y analizar las ventajas que el uso de los Filtros IPCO ofrecen al usuario que decide cambiarse a este sistema, a

pesar de que el costo inicial de este es mas elevado que el de un filtro convencional enroscable.

- Se extienden los periodos de drenaje de aceite y se reducen los costos operativos.
- Esta demostrado que el aceite puede duplicar su vida útil mediante el empleo de este sistema. Hoy en día 10 galones de aceite SAE 40 de cualquier marca cuesta alrededor U.S.D. \$ 70,00 con los cuales se puede rodar en el caso de un camión, aproximadamente 10.000 km. Al implantar el filtro IPCO, se lograría extender este recorrido hasta 20.000 km. antes de realizar el cambio respectivo de aceite.
- Se elimina la compra y el stock de filtros desechables en un periodo en el cual un vehículo deba rodar 100.000 km., esto es de 6 a 10 meses aproximadamente, dependiendo de la demanda de trabajo del camión o vehículo en general, con los filtros convencionales, se debe pensar en la compra de 10 filtros de aceite, uno por cada cambio. El valor total va a depender del tipo de motor que tenga el vehículo. Sin embargo con los filtros I.P.C.O, la cantidad de filtros se reduce a solamente uno para

todo este periodo. Entonces ya no es necesario mantener en bodega de repuestos, filtros de aceite para ser reemplazados en las respectivas flotas de transportes una vez que se culmine el tiempo de vida del aceite. Esto nos ahorra espacios en bodega para otro tipo de consumibles o materiales que sea mas importante mantiene en stock, a la vez que nos elimina las molestias de realizar cada mes o determinado tiempo el pedido y compra de filtros de aceite.

- Elimina los costos de mano de obra en el drenaje, cambio y desecho de filtros y aceites. Debido a que un elemento I.P.C.O. puede ser usado hasta 10 cambios de aceite, se pueden reducir los problemas de desecho de filtros convencionales hasta en un 90 %. Se puede reducir drásticamente el amontonamiento de filtros usados de aceite y de residuos de aceite por medio de la eliminación del uso de filtros convencionales. Esto nos ayuda a estar mas en armonía con el medio ambiente, y nos evitara problemas en un futuro, cuando las leyes de protección a este castiguen de forma severa la contaminación generada por este sector.



- Protege y Extiende la vida de los motores.- El medio sintético mejora la eficiencia del filtrado y extiende la vida del aceite hasta en un 200 %, con una reducción en el desgaste del motor debido a que el aceite circula mas limpio. Debido a la naturaleza de la malla de el filtro, vamos a obtener una Viscosidad aceptable, un TBN elevado, y la presencia de desgaste de los metales va a ser mínima con niveles de hierro, cobre, aluminio, cromo y sílice en porcentajes totalmente satisfactorios, tal como lo demostraremos en una prueba que se realizo por un periodo de 1500 horas a un motor diesel en Guayaquil.
- La Viscosidad es la más simple pero importante de las propiedades de un lubricante, ésta puede ser determinada de algunas formas pero normalmente se utiliza un viscosímetro rotacional automático. La Viscosidad viene reportada en CentiStocks, abreviados como (cSt),
- Ya que la viscosidad es muy importante en Lubricación, éste debe ser mantenida dentro de los límites establecidos para cada grado de aceite lubricante.



Una elevada Viscosidad de un aceite usado puede ser el resultado de:

- Oxidación del aceite (Que puede ser confirmada por otra prueba)
- Mezcla con aceite más pesado
- Contaminación con un combustible pesado.
- Contaminación con agua
- Alta presencia de Insolubles

Mientras que el aceite con alta viscosidad generalmente no produce efecto sobre la calidad de lubricación, las pérdidas por fricción son incrementadas y el flujo del lubricante puede ser debilitado.

Una baja viscosidad de un aceite usado puede ser el resultado de:

- Una mezcla con un aceite de más baja viscosidad
- Contaminación con combustible "ligero"

De un 5% a un 10% de viscosidad más baja no pondrá en peligro la calidad de la lubricación, pero sobre todo un grado SAE más bajo no es adecuado, debido a que puede producirse una película de aceite muy fina e insuficiente entre las superficies en contacto y móviles de un equipo determinado.

El **TBN** o **Número Total Base** indica la reserva alcalina del aceite usado.

Si el TBN decrece excesivamente, éste puede indicar lo siguiente:

- Las condiciones de trabajo son más severas que lo pre-establecido. Por ejemplo, combustible quemándose con un mayor y excesivo nivel de azufre que el esperado.
- Ha tenido lugar una contaminación con aceites de más bajo TBN.
- Excesivo desgaste de rines o camisas.

Los **Metales Contaminantes y de Desgaste**, se presentan en el aceite, debido a que aún en las más ideales condiciones lubricación, el contacto metal con metal y el desgaste corrosivo pueden ocurrir. Grandes partículas serán dispuestas en el exterior o serán removidas en filtros separadores centrífugos. Las partículas más pequeñas están circulando continuamente con el aceite y tienen una tendencia de incremento a través del tiempo. Su tamaño y cantidad son tan bajos que ellos usualmente no afectan o debilitan el proceso de lubricación del equipo, pero la cantidad de desgaste de cada metal

en partes por millón (ppm) es un indicativo del desgaste de metal apuntan ciertos problemas y cuando son traídos a la atención del usuario es posible que pueden ser tomadas medidas correctivas antes del comienzo de desgaste catastrófico.

Por ejemplo:

- Excesiva presencia de hierro y silicón sugiere desgaste abrasivo de rines, camisas y pistones debido a la suciedad o a contaminación salina.
- Altos niveles de Estaño y Plomo indican desgaste de los rodamientos.
- La presencia de Vanadio y Níquel indica que combustibles residuales y/o productos de la combustión han entrado al aceite.
- La presencia de cobre indica el posible desgaste de rodamientos o bocines o "chapas".

Los niveles de alerta para varios metales han sido determinados, luego de extensivas investigaciones y han sido discutidos con los mayores fabricantes de equipos y motores. Una tabla de límites se expone más adelante en el desarrollo de la Tesis.

Debido a los factores analizados anteriormente, creemos que las flotas de transporte e industrias en general le van a dar a este producto una muy buena aceptación y van a depositar su confianza en este para beneficio de su economía y para un mejor cuidado de sus motores, así como también ayudaran en la preservación del entorno ecológico que nos rodea.

- Pruebas en Campo y en Laboratorio, confirman que los filtros I.P.C.O. consistentemente, superan el equipo original de fabrica (filtros desechables) en eficiencia, capacidad y restricción inicial.

## CAPITULO 3

### 3. INTRODUCCION DEL PRODUCTO

#### 3.1 Características del Filtro de Larga Duración. ( IPCO ).

El término IPCO quiere decir en inglés:

In Place Cleanable Oil Filter.

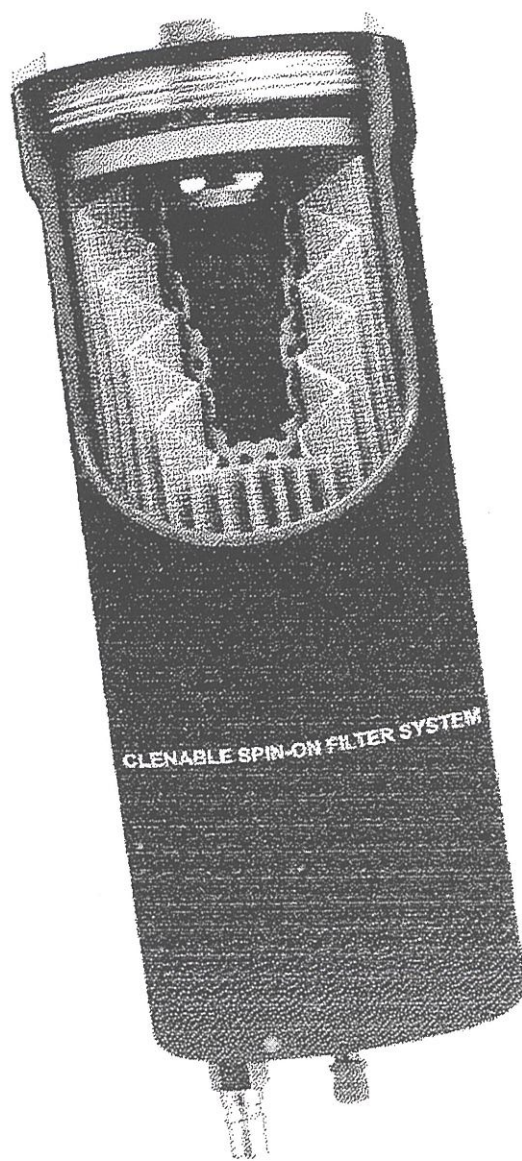
Lo cual traducido al español significa: Filtro de Aceite Limpiable en su Sitio. Lo cual nos explica que aparte de que es lavable o limpiable, esta operación puede ser realizada sin necesidad de sacar el filtro de su base, con lo cual mejoran las condiciones de cuidado del medio ambiente. Las características más notables de estos filtros son:

- Reducen el desecho de filtros de aceite usados.
- La vida de la carcaza es eterna.
- Tienen un elemento filtrante limpiable.
- Le dan una protección confiable a los motores - equipos.
- Fácil instalación y Servicio.
- Económico



- Es un filtro enroscable, limpiable que permanece en su sitio cuando se realiza un cambio de aceite.

### 3.2 Descripción de partes, accesorios y materiales del Filtro I.P.C.O.



**FIGURA 3.1**  
**FILTRO I.P.C.O**

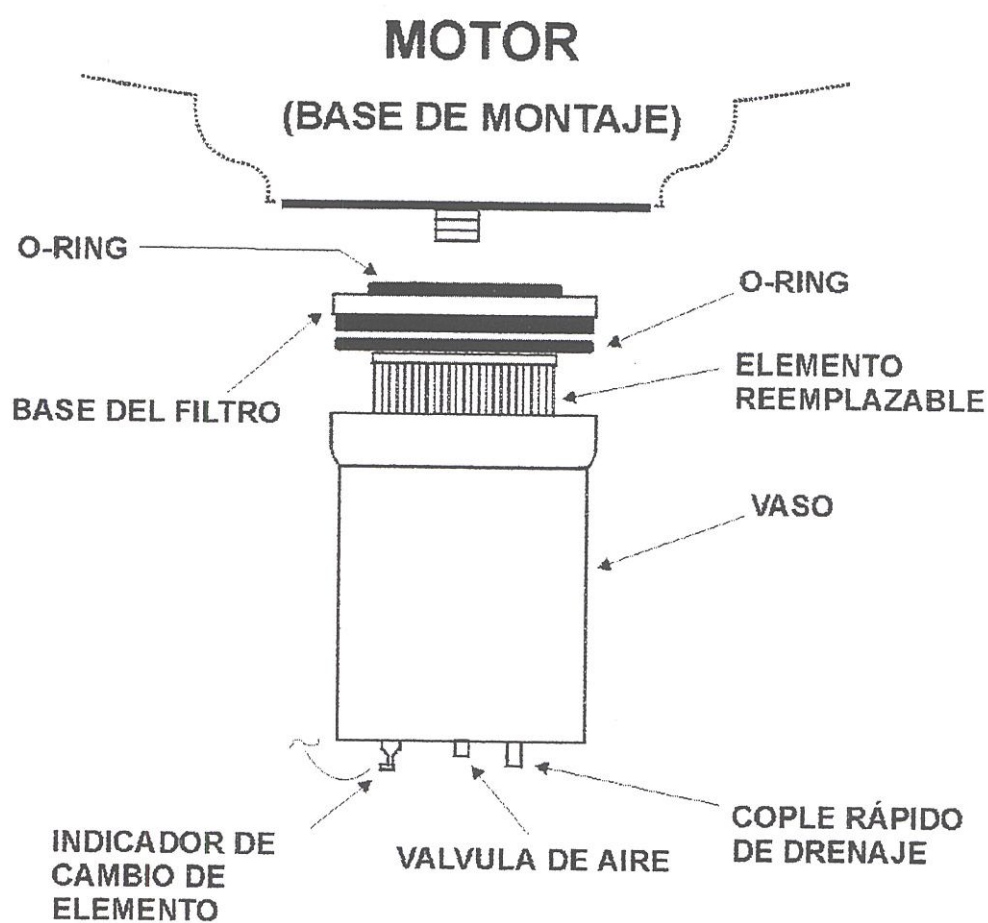


FIGURA 3.2

DESCRIPCION DE ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE FILTRO I.P.C.O.

Las figuras 3.1 y 3.2 muestran un filtro I.P.C.O. Este consiste de tres componentes básicos:

- El Elemento del filtro.
- Una Carcaza o vaso donde se aloja el elemento.
- Una Base enroscada, montable

El elemento es fabricado de un material sintético limpiable o desobstruible llamado Clean Pro, patentado por una compañía americana de Wisconsin. Este se encuentra disponible en dos grados: 1 y 10 micras. Sus características en la eficiencia de remoción de partículas será discutida posteriormente. Este elemento del filtro esta contenido en un armazón de una sola pieza abierto en uno de sus extremos.

El segundo componente es la carcasa o armazón, o podríamos definirlo en términos locales como "Vaso", el cual tiene una duración igual o superior al motor para el cual va a funcionar ya instalado. Este "Vaso" esta construido de una aleación de aluminio que luego de un proceso de extrusión se le dio su forma final. Este es construido de aluminio debido a que es más económico y de un peso menor que el acero inoxidable. De esta forma se consigue una extrema duración

para este componente ya que tampoco se oxida. También es altamente resistente a golpes e impactos. Su espesor es de 2,25 mm mientras que el espesor de los filtros convencionales desechables es de 0,8 mm y son contruidos de latón.

Finalmente la Base montable enroscada provee una fácil instalación en las existentes cabezas de los filtros. Esta base montable o cabeza del filtro está contruida de aluminio fundido de alta resistencia. Un Ring y Sellos Radiales son usados para asegurar una operación libre goteos o fugas de aceite y protección al desgaste del motor. El elemento rápidamente se aloja en la carcasa y a la base montable, haciendo el reemplazo de este rápido y simple.

La limpieza del filtro en el motor es conseguida usando dos acoples estándares industriales instalados en la parte inferior de la carcasa del filtro. El acople localizado en el centro es usado para introducir aire comprimido para limpiar en un sentido inverso de flujo el medio filtrante.

La entrada de aire es una válvula tipo acople rápido diseñada para resistir temperaturas y presiones por encima de esas del aceite de la maquina. El acople de la periferia es también de tipo rápido que se



conecta a una línea de drenaje. La línea de drenaje dirige el aceite gastado, y los contaminante que fueron capturados por el filtro hacia un envase mientras el filtro es limpiado.

Cuando la maquina esta trabajando, el filtro opera de la misma forma que los Filtros Convencionales. Los contaminantes son capturados y mantenidos en el medio filtrante. El aceite limpio fluye fuera del filtro a las galerías a través del centro de la base montable. Al final de un intervalo de servicio ( cuando los filtros convencionales deben ser desechados y reemplazados ) el filtro IPCO es limpiado y re usado.

El procedimiento para la limpieza es denotado a continuación:

- Apagar el motor.
- Conectar la línea de drenaje al acople rápido de este.
- Aplicar aire comprimido regulado ( de 100 a 150 p.s.i.) al acople de aire limpio.
- Después que el aceite pare de fluir de la línea de drenaje, hay que desconectar el aire comprimido y la línea de drenaje.
- Reemplazar el aceite o completar el nivel de este en el motor de ser necesario.



- Después del Proceso de Limpieza, la maquina puede ser inmediatamente arrancada y puesta nuevamente al servicio. El Proceso completo solamente toma unos pocos minutos. Este es completado al mismo tiempo en que un filtro convencional pudiera normalmente ser reemplazado. El proceso es repetido al final de cada intervalo de servicio hasta que el elemento del filtro IPCO alcanza el final de su vida útil, los cuales pueden ser diez o mas intervalos normales de servicio, dependiendo de la aplicación. Cuando el elemento del filtro IPCO es reemplazado, primero se debe aplicar aire comprimido al elemento y a la carcaza para eliminar el aceite usado de éstos. Con esto se logra que reemplazar un elemento del filtro IPCO sea más sencillo que reemplazar un filtro desechable convencional, ya que no se va a derramar aceite usado sobre el usuario o sobre la superficie de trabajo. La carcaza es entonces desenroscada de la base montable, la cual permanece adherida a la maquina. El viejo elemento es removido de la carcasa y reemplazado por uno nuevo. Después que la carcasa es enroscada nuevamente a la base montable y el aceite cambiado o completado el nivel, el motor puede nuevamente funcionar. El proceso completo es rápido, simple y más limpio que con los filtros convencionales desenroscables y genera menos gasto de filtros usados de aceite.

### 3.3 Características del Proceso de Filtración

En todo Proceso de Filtración existen tres parámetros que nos indican la calidad de este, los cuales son:

Eficiencia en la Remoción de Partículas

Caída de Presión Inicial

Capacidad de Mantención de Impurezas.

En base a pruebas - experimentos realizados por un equipo de técnicos de la Sociedad de Ingenieros Automotrices S.A.E. en laboratorio y en campo en distintos tipos de motores diesel con las diferentes clases de filtros de aceite, analizaremos estas características que definen y evalúan el rendimiento los mismos.

Cada producto fue evaluado a una velocidad de flujo para la cual fue diseñado. Para ayudar a las comparaciones, los resultados de capacidad de la Tabla 1 han sido normalizados para tamaños de filtros con una velocidad de flujo de 28 galones por minuto. También se han realizado pruebas de campo con los filtros desechables y los filtros IPCO. Ambos tipos se instalaron en buses, camiones, cabezales y equipo caminero. Se recolectaron muestras de aceite durante las pruebas de campo y fueron analizadas en un laboratorio independiente

para determinar su condición. Se analizó los niveles de sílice, hierro, cobre, plomo, latón, aluminio, cromo níquel, sodio, potasio, bario, magnesio, calcio, boro, fósforo, zinc, viscosidad agua, dilución por combustible, oxidación y TBN. Las muestras de aceite se recolectaron cada 1.600 y 3.200 km. para camiones y buses, y cada 20 horas en el equipo caminero. Se obtuvo de 4 a 6 muestra en cada intervalo de servicio ( tiempo o kilometraje entre cambios de filtro para filtros desechables y limpieza para filtros I.P.C.O.)

### **Rendimiento de los Filtros.**

Observando la Tabla I y Gráfico 3.3, tenemos que para aplicaciones de lubricante de servicio pesado, los filtros desechables remueven el 50% de las partículas de mas de 13 micras. Su correspondiente en filtro I.P.C.O. remueve el 50% de las partículas más grandes de 10 micras. Vemos que el filtro separador centrifugo tiene una mejor eficiencia. En función de la presión de aceite puede remover el 50% de las partículas mas grandes de 6 micras a 57 psi y el 50 % de las partículas mas grandes de 10 micras a 32 psi. Este es un buen rendimiento, aunque su tamaño es 10 veces mayor al de sus competidores. En contraste, el filtro con peor rendimiento es el de alambre que remueve el 10 % de

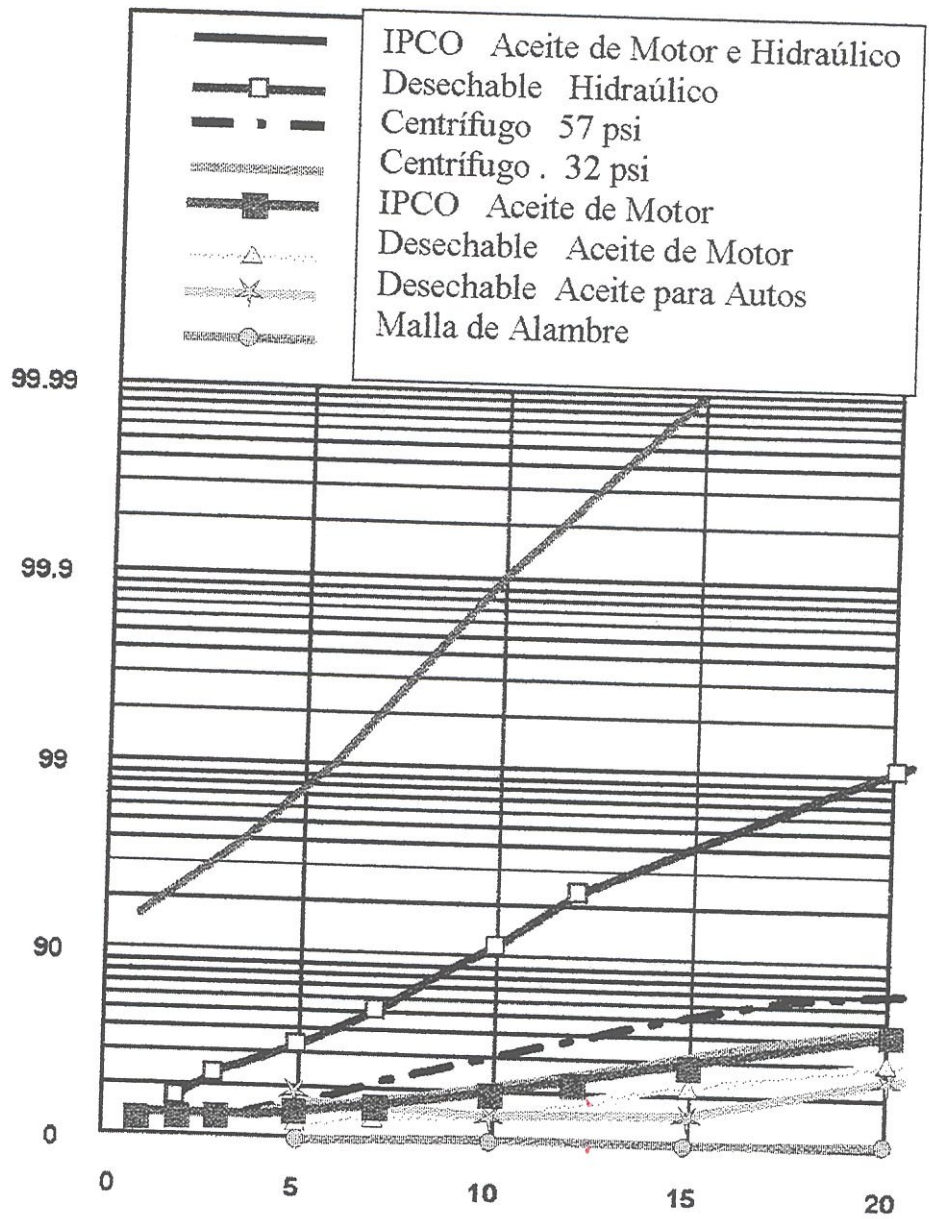
APÉNDICE A

Clase de Filtro	Aplicación Típica	Número de modelos probados	Medio Filtrante	Eficiencia ( Micras )	Caida de Presión Inicial ( psi )	Capacidad ( gramos )
Desechable	Lubricante Servicio Pesado	5	celulosa, sintético	13	< 1.5	50 - 75
	Lubricante Automotriz	2	celulosa	17	0.1	68
	Hidraulico	3	celulosa, sintético	2	< 2	35 - 40
Alambre	Lubricante de Motor	3	tela de alambre	>40	<0.5	20
Separador Centrifugo	Lubricante de Motor	1		6 10	30 - 60	
IPCO	Lubricante de Motor	3	sintético	10	< 1.5	> 450
	Hidráulico, Lubricante Motor	3	sintético	1	< 1.5	< 350

TABLA I

CARACTERISTICAS DE DISTINTAS CLASES DE FILTROS





Eje X: Tamaño de Partículas en µm  
Eje Y: Eficiencia %

**GRAFICO 3.3**  
**COMPARACION DE EFICIENCIAS EN REMOCION DE PARTICULAS PARA DIFERENTES CLASES DE FILTROS**



las partículas más grandes de 40 micras. En filtrado de aceite hidráulico, el filtro I.P.CO., remueve el 99 % de las partículas más grandes de 6 micras.

En el gráfico 3.4, se expone el comportamiento de los filtros IPCO en comparación con los filtros desechables. La caída de presión en los filtros limpiables se comporta de manera muy diferente. Cada vez que el filtro I.P.C.O. se limpia, la caída de presión vuelve a los niveles de caída de presión inicial. Los ciclos de limpieza pueden repetirse hasta que el nivel terminal de caída de presión es alcanzado. Esto ocurre típicamente luego de 10 ciclos de limpieza. Así mismo los filtros IPCO tienen una capacidad de almacenaje de contaminantes diez veces mas grande que los filtros desechables.

Los filtros desechables cuando se saturan de contaminantes, en caso de extenderse por alguna causa el periodo de servicio, incrementan la caída de presión, ocasionando la apertura de la válvula By Pass que permite al aceite circular evitando el proceso de filtración de contaminantes, lo cual incrementa los índices de desgaste del motor.

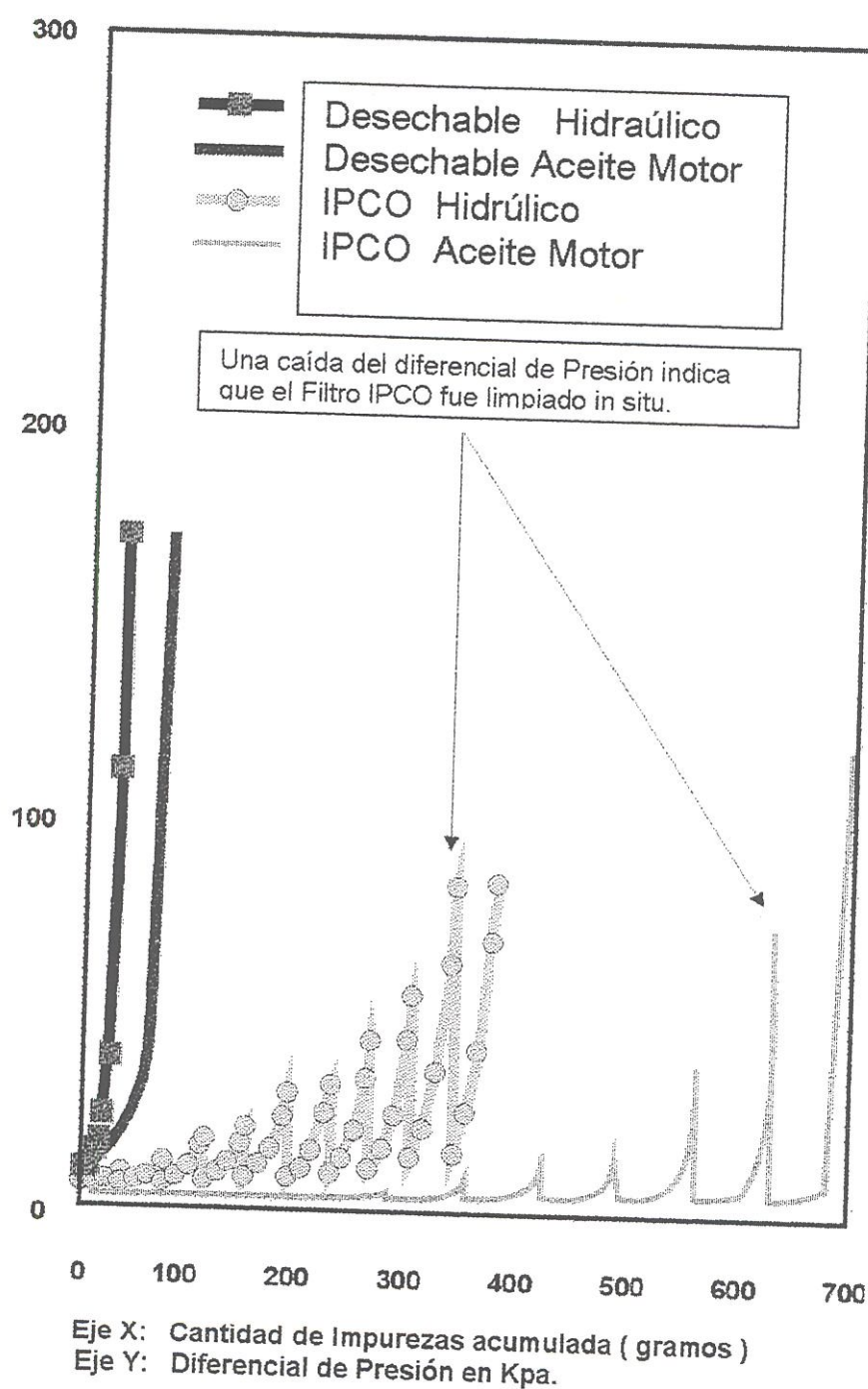


GRAFICO 3.4

COMPARACION DEL COMPORTAMIENTO DE CAIDA DE PRESION  
ENTRE FILTROS DESECHABLES Y FILTROS I.P.C.O.

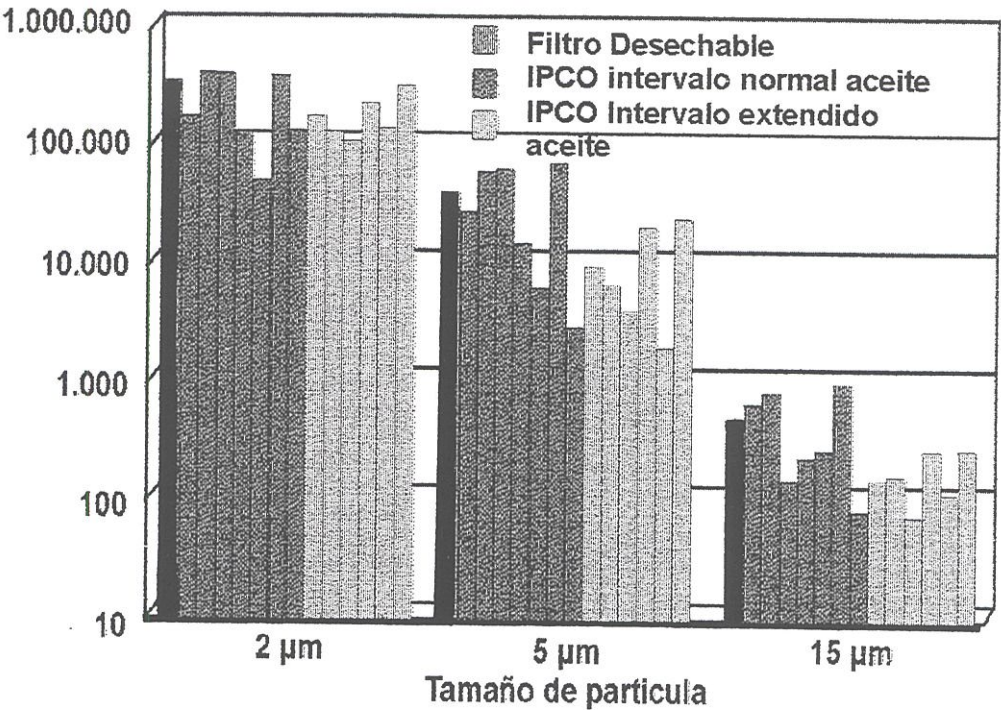
### Protección contra el desgaste.

En la siguiente tabla tenemos un índice claro de los niveles que no deben ser sobrepasados al realizar análisis de aceite en motores de combustión interna.

Límites Genéricos de Condensación y Advertencia de los Análisis de Aceite		
Parámetros, Unidades	Límite de Advertencia	Límite de Condensación
Viscosidad a 100 ° C, mm <sup>2</sup> /s	< 11 o > 16	
Oxidación, absorción/cm	> 25	
TBN, mg KOH/ g aceite	<5	<4
Si, mg/Kg aceite	20	30
Fe, mg/Kg aceite	100	200
Cr, mg/Kg aceite	10	30
Al, mg/Kg aceite	10	30
Sn, mg/Kg aceite	10	30
Cu, mg/Kg aceite	30	60
Pb, mg/Kg aceite	30	60

Tabla II

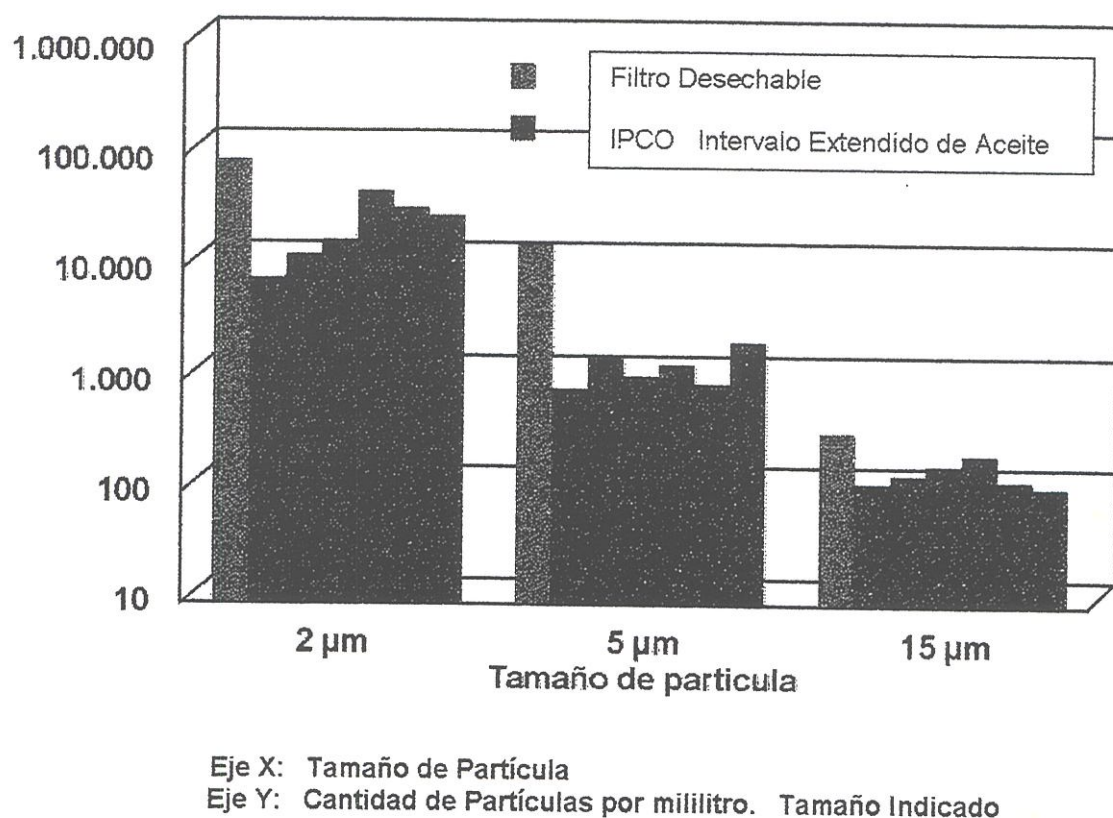
Los resultados obtenidos en los diferentes análisis a los motores Cummins N14, Caterpillar 3406, y Detroit Diesel se encuentran expuestos en los gráficos 3.5, 3.6 y 3.7 que se anexan posteriormente.



Eje X: Tamaño de Partícula  
Eje Y: Cantidad de Partículas por Mililitro. Tamaño Indicado.

**GRAFICO 3.5**  
**COMPARACION DE RESULTADOS DE CONTAJES DE PARTICULAS DE UN MOTOR CATERPILLAR 3406 EQUIPADO CON FILTRO DESECHABLE Y FILTRO I.P.CO.**

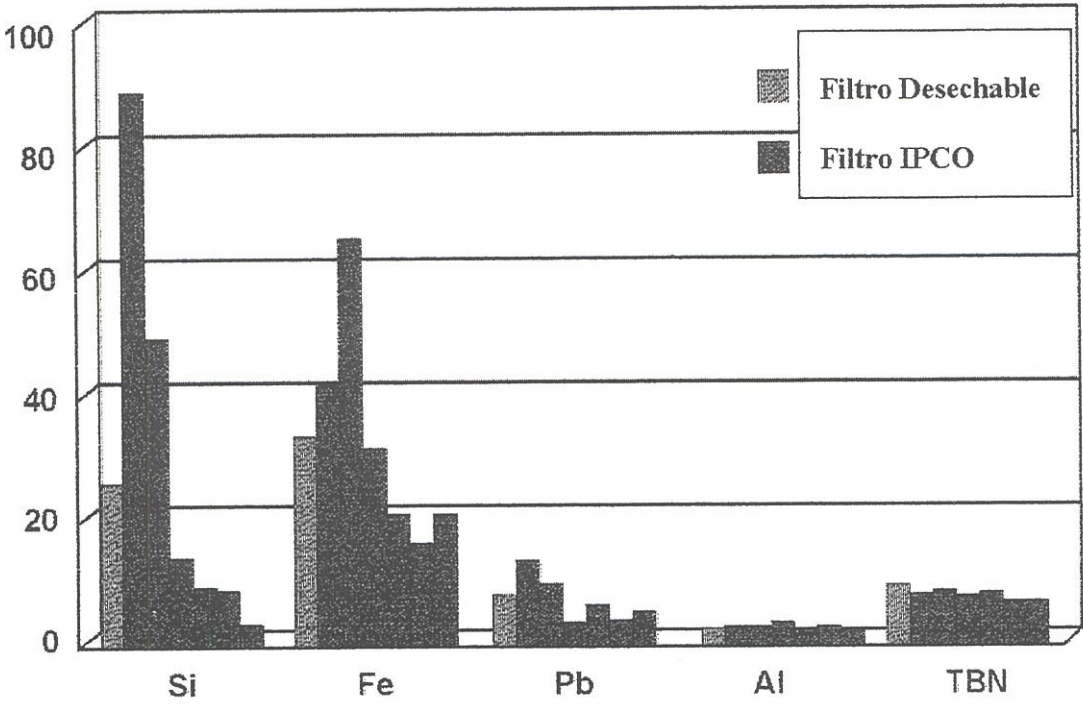




**GRAFICO 3.6**

**COMPARACION DE RESULTADOS DE CONTAJES DE PARTICULAS DE UN MOTOR CUMMINS N14 EQUIPADO CON FILTROS DESECHABLE E I.P.C.O.**





Eje Y: Concentración en Partes por Millón. p.p.m.

GRAFICO 3.7

COMPARACION DE RESULTADOS DE ANALISIS DE ACEITE DE MOTORES DETROIT DIESEL SERIE 50 EQUIPADOS CON FILTROS IPCO Y DESECHABLES.

### **Explicación sobre los gráficos:**

#### **Gráfico 3.5**

- Las barras negras, indican los intercambios de filtros desechables.
- Las barras grises tono claro, indican los intervalos de servicio en el cual se extendió la vida del aceite mas allá del intervalo normal de cambio de aceite, usando filtros IPCO.
- Las barras grises tono oscuro, indican los intervalos de servicio a los filtros IPCO.

#### **Gráficos 3.6 y 3.7**

- Las barras negras, indican los intervalos de servicio extendido para filtros IPCO.
- Las barras grises, indican los intervalos de cambio de filtros desechables.

De acuerdo a los resultados vemos que los filtros I.P.C.O. mantienen la concentración de partículas de 2, 5 y 15 micras así como de sílice a niveles menores que los filtros desechables, aun cuando han sido limpiados y reutilizados hasta nueve veces.

Aun cuando esto sugiere que los filtros I.P.C.O. proveen mejor control de contaminación en los motores, ninguna diferencia estadística significativa entre los dos tipos de filtros fue encontrada, para índices de hierro, plomo, aluminio y TBN. Esto se debe en parte a los niveles de desgaste de metales mantenidos por ambos tipos de filtros y una variabilidad en las condiciones de campo. Los resultados de campo apoyan los resultados obtenidos en el laboratorio. Esto demuestra que el proceso de limpieza es bueno bajo condiciones de campo y no solo en el laboratorio.

Ambos, los filtros desechables y los filtros IPCO, mantienen los niveles de Contaminantes muy por debajo de los límites de advertencia. Los filtro IPCO, mantienen los niveles de contaminación inclusive, más bajos que los desechables.

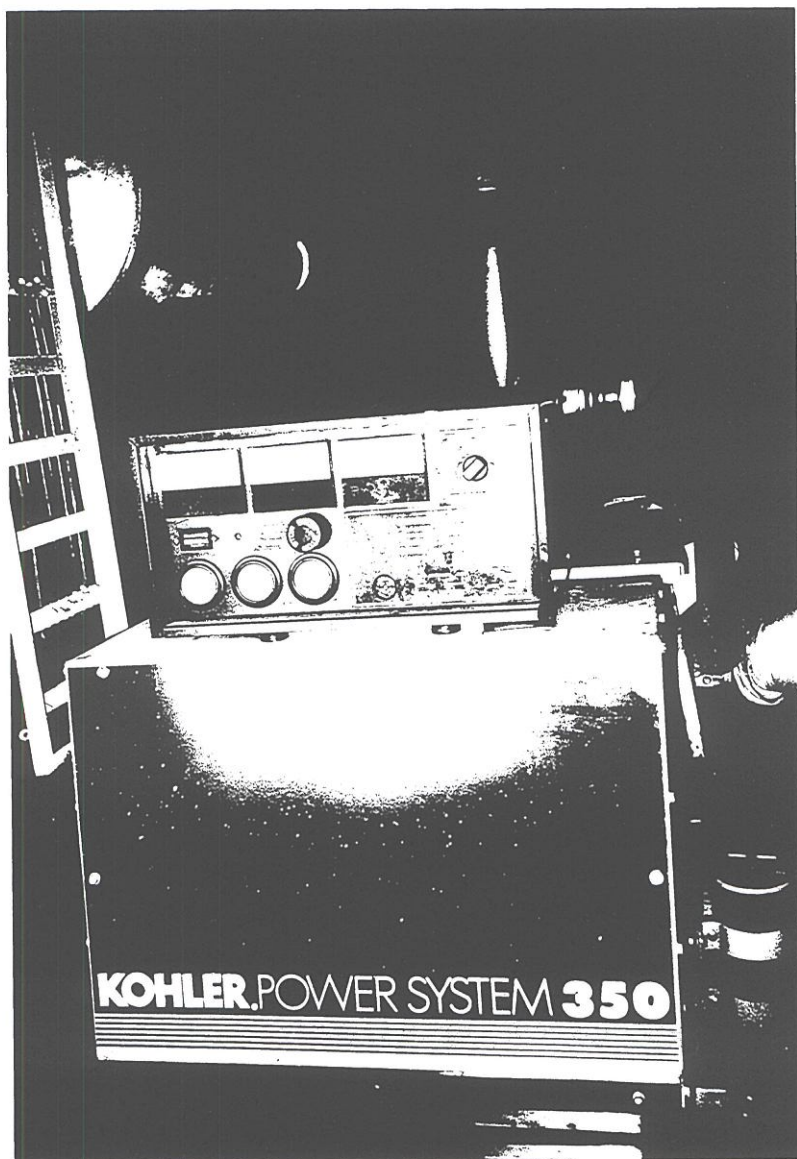
La experiencia ha mostrado que la reducida contaminación se traduce en una baja tasa de desgaste y en una reducción en los costos de mantenimiento. De este modo, los resultados de las pruebas de cambio muestran que los filtros I.P.C.O., pueden reducir el gasto en filtros por un factor de diez o más, sin sacrificar el rendimiento o la protección contra la contaminación.

### 3.4 Desarrollo de Pruebas Experimentales para demostrar la efectividad del producto.

Desde el mes de Febrero de 1999 hasta Marzo de este año procedimos a evaluar un filtro I.P.C.O. L10 en un Generador Kohler 350 equipado con un motor Detroit Diesel 8V92, esto es un motor diesel de 2 tiempos de 8 cilindros en V. Este equipo tiene una potencia de 350 KW. Es importante aclarar que el fabricante recomienda hacer cambios de aceite cada 150 horas de trabajo.

Desde la figura 3.8 hasta la 3.11 podemos apreciar al Filtro I.P.C.O. instalado en el generador. En las figuras 3.10 y 3.11 podemos observar el medidor de diferencial de presión, dándonos una lectura en ese momento de 3 P.S.I. muy por debajo de la zona de peligro que comienza en 9 p.s.i.

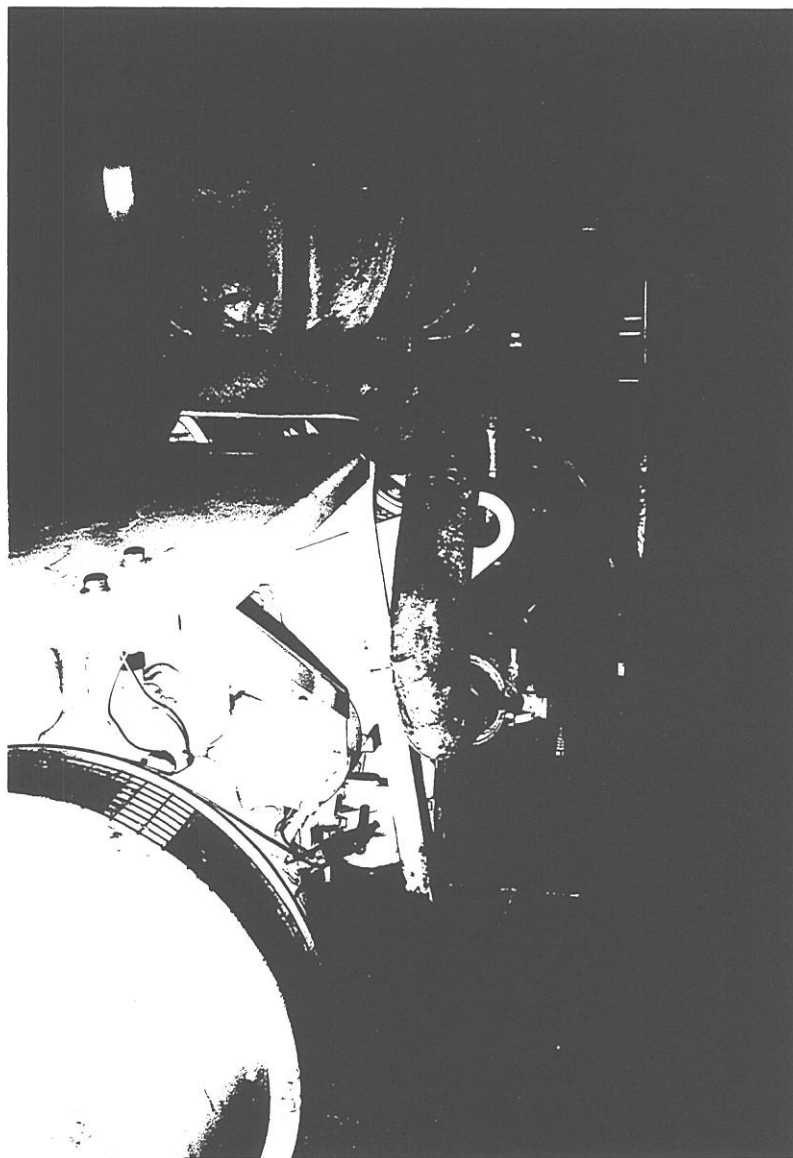
Instalamos este filtro a las 1900 horas de trabajo del equipo. Se tomaron 7 muestras de aceite, las cuales se enviaron a analizar a los laboratorios de Mobil Oil en Bogotá Colombia. Las horas de trabajo del generador a las cuales se evaluaron las muestras son: 2100, 2250, 2400, 2600, 2900, 3150, y 3250 horas.



**Figura 3.8**

**Vista de Equipo Generador Kohler 350**





**Figura 3.9**

**Vista frontal de Generador Kohler 350 con filtro IPCO instalado en éste**



Figura 3.10

Vista del Filtro IPCO instalado en un Motor de Generador



**Figura 3.11**

**Vista de Filtro IPCO con medidor de diferencial de presión**

En todo este periodo fue utilizado un solo elemento con el que se obtuvieron los resultados que se van a enunciar en la Tabla III.

Podemos notar claramente que todos los resultados concuerdan con lo que hemos afirmado en el desarrollo de esta Tesis. Todos los parámetros evaluados son excelentes y altamente satisfactorios, incluso en el intervalo cuando la vida del aceite se prolongó hasta 300 horas de trabajo, algo que con un filtro convencional pudo haber generado problemas de gran magnitud al motor. Esto nos demuestra que la vida del aceite puede ser ampliada hasta en un 200 %.

De acuerdo a la tabla de resultados de la prueba del filtro I.P.C.O. tipo L 10, se puede apreciar claramente que los resultados de viscosidad se encuentran dentro de parámetros aceptables, es decir el aceite ha mantenido una buena viscosidad en todos los periodos de prueba. El porcentaje de insolubles casi tiende a cero, y su máximo nivel tolerable es 3,5 %.

En cuanto a la oxidación tenemos resultados de 2 y 3% aceptándose hasta 20 %. El Número Total Base que define a la reserva total alcalina que tienen los aceites para combatir los ácidos que se forman producto de la combustión tiene un valor de 6,6 en promedio alejado del mínimo

permisible que es 1. Es decir que su TBN es excelente. El porcentaje de agua es 0%. La dilución por combustible tiene un valor de 1 y su máximo tolerable es 5.

En lo que se refiere a la presencia de metales de desgaste, podemos observar los siguientes valores, en el caso del Hierro se tiene como resultado la quinta parte del máximo permisible en partes por millón. Los resultados de la presencia de Cobre en las muestras nos arrojan resultados de la sexta parte del límite tolerable. En cuanto al Aluminio y Cromo estos tienen valores de 1 y 0 partes por millón con un máximo permisible de hasta 20 p.p.m. Finalmente los valores de sílice nos arrojan resultados de que van desde 2 p.p.m. hasta 7 p.p.m. con un máximo de 15 partes por millón. Es aquí donde el filtro saca a relucir con mayores méritos sus excelentes cualidades de filtración.

Es necesario aclarar que el equipo Kohler 350 trabaja en un medio altamente agresivo en cuanto a la calidad de aire se refiere, ya que lo hace en un terreno no pavimentado y con una presencia de vientos con gran cantidad de polvo, que incurren en la presencia de sílice al interior del motor, pero éste se ve que es retenido eficientemente por el filtro I.P.C.O., evitando que pase al interior de las cámaras de combustión y contribuya al desgaste de los componentes.





Podemos notar claramente que los resultados de la Tabla III (Apéndice B), concuerdan con lo que hemos afirmado en el desarrollo de esta Tesis. Los parámetros evaluados son excelentes y altamente satisfactorios, incluso en el intervalo cuando la vida del aceite se prolonga hasta 300 horas de trabajo, algo que con un filtro convencional pudo haber generado problemas de gran magnitud al motor. Esto nos demuestra que la vida del aceite puede ser ampliada hasta en un 200 %.

## CAPITULO 4

### 4. ANALISIS DE COSTOS

Aunque el control ambiental va dando forma de manera en que los sistemas de filtrado son especificados y operados, el propósito primordial de los filtros sigue siendo la protección del equipo contra el desgaste y la reducción de los costos mantenimiento y operación. Si los costos de filtrado y lubricantes son excesivos, ya sea por alto costo o por baja capacidad de almacenaje de contaminantes, las ganancias se reducirán.

Los costos de filtrado incluyen el costo inicial del filtro, el costo de los elementos de reemplazo, costo de desecho de filtros y costo de aceite de reemplazo, así como el costo de la infraestructura para limpieza, tal como compresor, líneas de aire, empleados, en el caso de Filtros I.P.C.O. o reutilizables.

En la Tabla IV (Apéndice C). se tiene un ejemplo de costos relativos de filtrado para diferentes clases de filtros, en intervalos de tiempo de 1 y 2

años o de acuerdo al número de cambios de aceite de los distintos equipos o motores.

Los resultados de esta tabla son aproximados y no consideran diversos factores que incluyen costos de mano de obra, reparación y mantenimiento. Los costos de mano de obra son más bajos para los filtros I.P.C.O.

A continuación exponemos una fórmula para el cálculo de los costos de filtrado:

$$C_i = I + (R + D) n_i + P m_i$$

Donde:

$C_i$  = Valor Total de costos de filtrado en el intervalo de servicio " $i$ "

$I$  = Costo inicial del Sistema de Filtrado

$R$  = Elemento de reemplazo y costo de relleno a nivel de aceite.

$D$  = Costo de desecho de filtro.

$P$  = Costo de aceite de reemplazo.

$n_i$  = Número de filtro reemplazado por intervalo de servicio " $i$ "

$m_i$  = Número de cambios de aceite por intervalo de servicio " $i$ "

$i$  = Intervalo de Servicio

Vamos a tomar como ejemplo al filtro I.P.CO. tipo L13, el cual es el reemplazo del filtro desechable de aceite LF 3000 el cual es usado en la mayoría de motores Cummins tal es el caso del 6CTA8.3, NTC215, L10, M11, utilizados en camiones, generadores, motores marinos, buses y demás tipo de automotores.

El filtro LF 3000 tiene un precio local de U.S. \$35,00 aproximadamente.

El filtro I.P.C.O. será puesto a la venta a un precio de U.S. \$ 155,00, es, decir 4 veces y media mayor que su similar desechable LF 3000.

Si tenemos en cuenta que el valor del I.P.C.O. nos va a rendir por un tiempo determinado de 10 periodos o cambios de aceite, podemos ver claramente que los costos estarían compitiendo de la siguiente manera:

<u>Filtro I.P.C.O.</u>	<u>Filtro Desechable</u>
U.S. \$ 155,00	U.S.\$ 350

Es decir, menos de la mitad que el costo de los filtros convencionales.

Una vez que el filtro I.P.C.O. completa la vida útil, a éste se le debe reemplazar el elemento, mientras que la carcaza no necesita

reemplazo porque su vida es infinita. Este elemento nuevo de reemplazo también nos va a durar una vida de 10 periodos o cambios de aceite. Entonces los costos para esta segunda etapa y las subsiguientes serán.

Filtro I.P.C.O.

U.S. \$ 55,00

Filtro Desechable

U.S. \$ 350,00

Ahora podemos ver que el costo se reduce a la sexta parte que el gasto en filtros convencionales, sin tener en cuenta el ahorro generado por el incremento logrado en la vida del aceite mismo.

Vamos a analizar los costos de mantenimiento en la vida útil de un motor, esto es, hasta las 12.000 horas de trabajo, antes de su primer OverHaul, comparando los valores de gasto para filtros I.P.C.O. y filtros desechables.

Los costos fijos serán:

Compresor de aire de 1 H.P.	USD \$ 250,00
Kits, acoples rápidos, mangueras	USD \$ 30,00
10 Galones de Aceite x cambio	USD \$ 70,00
Filtro Desechable	USD\$ 35,00



Filtro I.P.C.O.	USD \$ 155,00
Elemento Filtro I.P.C.O.	USD \$ 55,00
Mano de Obra Filtro Desechable	USD \$ 3,00
Mano de Obra Filtro I.P.C.O.	USD \$ 1,00

Es necesario indicar que el fabricante de estos motores recomienda realizar el cambio de aceites y filtros cada 250 horas. La Tabla V (Apéndice D) y Gráfico 4.1 (Apéndice E), nos van a dar los costos sin tener en cuenta el valor del aceite. La Tabla VI (Apéndice F) y Gráfico 4.2 (Apéndice G), contienen los valores completos de mantenimiento, incluyendo al aceite. Se podrá observar que se asume la duración del aceite en un 200 % de su vida normal al utilizar los filtros I.P.C.O.

En las Tablas V y VI se pueden apreciar los ahorros que se pueden lograr con el uso de este tipo de filtros.

Se puede observar que la inversión inicial para reemplazar el sistema tradicional de filtros desechables es bastante elevada. U.S. \$ 436,00 contra \$ 38,00. Incluyendo el costo del compresor para un solo motor; (las flotas de camiones operan con 10 cada una.) indispensable para la limpieza del filtro I.P.C.O. Sin embargo, a las 3400 horas de trabajo aproximadamente (a la cuarta parte de la vida útil) los costos de ambos

tipos de filtros se equiparan, y desde ahí en adelante el ahorro que se puede observar es bastante considerable.

Se puede observar un ahorro de U.S. \$ 1.200,00 en el periodo de vida del motor solamente en cuanto a compra de filtros. Al revisar la Tabla VI y Gráfico 4.2, teniendo en cuenta el costo del aceite, veremos un ahorro de aproximadamente U.S.D \$ 3000,00 en total en cuanto a filtros y aceites; esto se debe a que se va a optimizar el uso del aceite duplicando la vida de este, que como ya vimos en capítulos anteriores no afecta al normal funcionamiento de los motores.

# CAPITULO 5

## 5. COMERCIALIZACION

### 5.1 Técnicas de Mercadeo

Los puntos a tratar para ingresar este producto nuevo al mercado son:

- Análisis de cómo está establecida la competencia.
- Identificación del cliente
- Idiosincracia del cliente.
- Potencial tamaño del mercado
- Productos complementarios
- Publicidad
- Soporte Técnico

La competencia está conformada por dos grandes importadores de filtros desechables. Los precios de estas alternativas son cinco veces más bajos que el del filtro I.P.C.O. La competencia no ofrece ningún filtro similar a I.P.C.O. u otro sistema de larga duración y de extensión de vida para el aceite.

Los clientes pueden ser divididos en tres clases, las flotas de camiones, buses o compañías de transporte cuyo número de vehículos asciende en algunos casos hasta cien unidades. Estas empresas si tienen un Departamento de Mantenimiento, donde es más sencillo exponer las bondades del producto y los grandes ahorros que se producirían al incorporar este producto como sistema único de filtración. En segundo lugar podemos mencionar a cooperativas de Transporte, en las cuales cada dueño de vehículo se encarga del mantenimiento de su unidad.

En este caso es importante alcanzar una conciencia global de todos los cooperados de las ventajas que pueden alcanzar cambiándose al sistema I.P.C.O. Finalmente a las Industrias en las cuales se manejan equipos de generación o bombas impulsados por motores diesel así como motores marinos en el caso de industrias camaroneras o pesqueras.

La forma de pensar general en el Ecuador es que debe existir un rápido retorno para justificar una inversión. Este si lo podemos considerar un problema para poder hacer entender a todos los entes involucrados en este problema que se puede ahorrar pero hay que pensar en un retorno

a mediano plazo a parte de la incidencia ecológica que vamos a fomentar al reducir el desperdicio de aceite y materiales.

Como ya lo enunciamos anteriormente tenemos alrededor de 90000 vehículos de transporte pesado a quien atender, por lo tanto es un buen mercado y bastante amplio. Es un trabajo que puede tomar alrededor de 6 años para conseguir una buena parte de los clientes.

Los productos complementarios para el filtro I.P.C.O. son los aceites; las compañías productoras de aceite no deben ver con buenos ojos a un producto que duplica la vida del de ellos y que le disminuiría el consumo de este y por consiguiente las ventas; debido a esto deberá ser manejado en forma separada y no ofreciendo paquetes complementarios relacionados con aceites.

Debido a la naturaleza del producto es necesario crear una publicidad en dos medios específicos, radio y prensa escrita. Adicional a publicidad estática la cual puede ser reflejada en vallas, carteles y demás los cuales pueden estar ubicados en las carreteras, en las entradas a las ciudades o pueblos. Se pueden establecer convenios con Estaciones de Servicio que estén fuera de las ciudades para que el producto sea expuesto en estas de una manera directa al usuario final



que es el transportista, muchas veces dueño del mismo camión que conduce. La asistencia técnica a los clientes será expuesta en el siguiente subcapítulo.

## **5.2 Atención Pos Venta. Análisis de Lubricantes.**

Una vez que se ha conseguido vender el producto a un determinado cliente es necesario que se le haga un seguimiento. Es importante estar presentes en las limpiezas de los filtros para corregir cualquier procedimiento que se ejecutara erróneamente. Así mismo se deberá tomar lecturas del diferencial de presión en el filtro para saber de esa forma si el elemento se encuentra aún en buenas condiciones, y no obstruido por la suciedad que ha almacenado en el proceso de filtrado.

Se deberá tomar muestras del aceite del carter y del que fue extraído en la limpieza, las cuales serán enviadas a analizar a Laboratorios de las compañías que surten de aceites al cliente y realizar las evaluaciones respectivas sobre el estado del motor o maquinaria.

Una vez hecho esto se presentarán informes al cliente sobre los resultados obtenidos en los análisis de los aceites, quien a su vez podrá realizar comparaciones con los resultados que haya obtenido

anteriormente con otros tipos de filtros y podrá establecer conclusiones propias acerca de las ventajas de haberse cambiado a este producto.

## CAPITULO 6

### 6. DISCUSION DE RESULTADOS

De acuerdo a las pruebas experimentales que se realizaron con el generador Kohler 350, podemos observar que el proceso de filtración o purificación de aceite es altamente satisfactorio ya que características y propiedades del aceite, tales como TBN o Viscosidad se mantuvieron en parámetros altamente aceptables, incluso al extender el periodo de trabajo del aceite hasta en 300 horas, lo cual ratifica las bondades de este para el cuidado de los motores.

En cuanto a la presencia de metales de desgaste, cuyos resultados son también bastante satisfactorios, hay que tener en cuenta que también juega un papel importante la calidad de aceite que se esté utilizando, y la edad del motor, que en nuestro caso era relativamente nuevo. La suma de estos dos factores y el uso de filtros desechables pueden darnos resultados similares a los obtenidos con el filtro I.P.C.O, sin embargo, es importante resaltar que el mismo filtro trabajó un periodo 8 veces superior al de un filtro desechable y mantuvo los niveles de metales de desgaste constantes y satisfactorios hasta el final de la prueba, esto es 1300 horas de trabajo.

La eficiencia en la remoción de partículas es superior en los filtros tipo I.P.C.O.

Al evitar que partículas de metal pasen por alto al filtro, se consigue que estas partículas no propaguen una acción abrasiva contra las partes metálicas del motor, tales como, camisas, pistones, rines, etc. Entonces, un bajo índice de metales de desgaste en una muestra de aceite nos indica también que el sistema está trabajando correctamente.

Al observar la tabla de valores generados por concepto de mantenimiento para motores diesel en lubricación, podemos darnos cuenta que el sistema I.P.C.O. es mucho más económico a largo plazo que los filtros desechables, tomando en cuenta o no el aumento de la vida del aceite que se puede lograr con este.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Movidos por regulaciones ambientales, confiabilidad y aspectos económicos, las prácticas de filtrado de aceite están siendo re evaluadas, particularmente por flotas grandes.

El consumidor final puede escoger de las opciones expuestas, incluyendo los filtros desechables, filtros de alambre, separadores centrifugos y filtros del tipo I.P.C.O.

Al elegir el filtro, la eficiencia en la remoción de partículas, la capacidad de almacenaje de contaminantes, la cantidad de desecho generado, la facilidad de servicio y el costo deben ser considerados.

Esta Tesis provee una base para comparar distintas clases de filtros. En general, podemos concluir que:

1. La eficiencia en la remoción de partículas para los filtros I.P.C.O. tiende a ser mayor que para los filtros desechables del mismo tipo.
2. La capacidad de almacenaje de contaminantes y la vida del filtro es diez veces más grande para los filtros I.P.C.O. que para los desechables.. Los filtros de alambre tienen la capacidad más baja.



3. En campo, los contaminantes se mantienen en niveles algo más bajos en los filtros I.P.C.O. que en los filtros desechables comparables.
4. La vida del aceite se puede incrementar hasta en un 200 % con los filtros I.P.C.O.
5. La cantidad de desecho generado por los filtros desechables es mucho más grande que la de los filtros I.P.C.O.
6. Los costos iniciales son más bajos para los filtros desechables y mucho más altos para los separadores centrífugos y filtros I.P.C.O.
7. El costo total de filtrado es más bajo para los filtros I.P.C.O. con o sin extensión de la vida del aceite.
8. Disminuimos la presencia en nuestros talleres e industrias de desperdicios peligrosos, y conseguimos el ahorro de recursos energéticos al extender la vida del aceite y utilizar sistemas de extrema duración como el vaso o carcasa del filtro y su elemento.
9. Es necesario inculcar y fomentar el uso de este tipo de productos que ayudan a la preservación del medio ambiente, evitando el derrame y

desecho de aceites y filtros a este, adicional que nos ayudan a disminuir los costos de mantenimiento en nuestras flotas e industrias.

## **APENDICE**

APÉNDICE A

Clase de Filtro	Aplicación Típica	Número de modelos probados	Medio Filtrante	Grado de Filtración ( micras ) Efic. Al 50 %	Caída de Presión inicial (psi)	Capacidad ( gramos )
Desechable	Lubricante Servicio Pesado	5	celulosa, sintético	13	< 1.5	50 - 75
	Lubricante Automotriz	2	celulosa	17	0.1	68
	Hidraulico	3	celulosa, sintético	2	< 2	35 - 40
Alambre	Lubricante de Motor	3	tela de alambre	>40	<0.5	20
Separador Centrifugo	Lubricante de Motor	1		6 10	30 - 60	
IPCO	Lubricante de Motor	3	sintético	10	< 1.5	> 450
	Hidráulico, Lubricante Motor	3	sintético	1	< 1.5	< 350

TABLA I

CARACTERISTICAS DE DISTINTAS CLASES DE FILTROS

# **APENDICE B**

ENSAYO	METODO	RESULTADOS						LIMITE DE	
		2100 Hr.	2250 hr.	2400 hr.	2600 hr.	2800 hr.	3150 hr.	3400 hr.	SERVICIO
Viscosidad ( cSt @ 100 ° C )	D-445	16,8	15,8	15,8	17,2	17,1	16,8	18	10.6 Min. - 19.9 Máx.
Insolubles en 1.2 micras ( % peso)	M-490	0,05	0,07	0,05	0,07	0,08	0,05	0,08	3.5 Máx.
Oxidación en 5.8 u, A/cm	M-1067	3,0	2,0	1,0	2,0	2,0	2,0	3,0	20.0 Máx.
TBN, mg. KOH/g.	D-2896	6,5	6,8	6,2	6,0	6,5	6,0	5,6	1.0 Min.
Agua ( % en peso )	M-1067	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0.2 Máx.
Color Visual / ASTM	D-1500	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4.0 - 5.0
Dilución por comb. Diesel (% Vol)	GRAFICO	1,0	0,0	0,0	1,5	1,0	0,0	1,0	5.0 Máx.
Metales de Desgaste (ppm)	M-1011								
Hierro		25,0	22,0	25,0	28,0	26,0	24,0	30,0	125 Máx.
Cobre		9,0	8,0	5,0	5,0	6,0	5,0	7,0	45 Máx.
Aluminio		1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	20 Máx.
Cromo		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20 Máx.
Silice		3,5	2,0	5,0	7,0	5,0	4,0	7,0	15 Máx.

**TABLA III**

**RESULTADO DE ANALISIS DE ACEITE A DISTINTAS HORAS A GENERADOR KOHLER 350 DE S.V.U.**



**SERVICIO TECNICO  
REPORTE DE ANALISIS DE LABORATORIO**

**Empresa :** SERVICIOS VERIFICADORES UNIVERSALES – S. V. U.  
**Atención :** ING. ALEX BUSTAMANTE – JEFE DE OPERACIONES  
**Equipo :** MOTO – GENERADOR  
**Marca/Equipo :** DETROIT DIESEL **Modelo/Equipo:** 8V92  
**Parte/Equipo :** CARTER (DEPOSITO)  
**Producto :** MOBIL DELVAC 1240-D  
**Tiempo/Serv. :** Aceite: 200 HORAS **Equipo:** 2100 HORAS  
**Fecha/Muestra:** 25-marzo -99

**RESULTADOS**

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO	LÍMITES DE SERVICIO
Viscosidad (cSt @ 100°C)	D-445	16.6	10.6 mín. – 19.9 Máx.
Insolubles en 1.2 micras (% peso)	M-490	0.05	3.5 Máx.
Oxidación en 5.8 u, A/cm	M-1067	3.0	20.0 Máx.
TBN, mg. KOH/g.	D-2896	6.5	1.0 mín.
Agua (% en peso)	M-1067	0.0	0.2 Máx.
Color Visual/ASTM	D - 1500	4.5	4.0 – 5.0
Dilución por comb. Diesel (% Vol.)	GRAFICO	1.0	5.0 Máx.
Metales de desgaste (ppm)	M-1011		
Hierro		25.0	125 Máx.
Cobre		9.0	45 Max.
Aluminio		1.0	20 Max.
Cromo		0.0	20 Max.
Sílice		3.5	15 Máx.

**COMENTARIOS**

El análisis muestra que el aceite conserva en perfecto estado sus propiedades físicas y químicas. El mismo, puede ser utilizado durante 50 horas más en los motores, recomendamos muestrear el lubricante cada 150 horas de uso del equipo para levantar un historial de maquinaria.



**Walter Ochoa Sánchez**  
Ingeniero de Lubricación

## SERVICIO TECNICO REPORTE DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Empresa :** SERVICIOS VERIFICADORES UNIVERSALES – S. V. U.  
**Atención :** ING. ALEX BUSTAMANTE – JEFE DE OPERACIONES  
**Equipo :** MOTO – GENERADOR  
**Marca/Equipo :** DETROIT DIESEL **Modelo/Equipo:** 8V92  
**Parte/Equipo :** CARTER (DEPOSITO)  
**Producto :** MOBIL DELVAC 1240-D  
**Tiempo/Serv. :** Aceite: 150 HORAS **Equipo:** 2250 HORAS  
**Fecha/Muestra:** 25-marzo -99

### RESULTADOS

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO	LÍMITES DE SERVICIO
Viscosidad (cSt @ 100°C)	D-445	15.8	10.6 mín. – 19.9 Máx.
Insolubles en 1.2 micras (% peso)	M-490	0.07	3.5 Máx.
Oxidación en 5.8 u, A/cm	M-1067	2.0	20.0 Máx.
TBN, mg. KOH/g.	D-2896	6.8	1.0 mín.
Agua (% en peso)	M-1067	0.0	0.2 Máx.
Color Visual/ASTM	D - 1500	4.5	4.0 – 5.0
Dilución por comb. Diesel (% Vol.)	GRAFICO	0.0	5.0 Máx.
Metales de desgaste (ppm)	M-1011		
Hierro		22.0	125 Máx.
Cobre		8.0	45 Max.
Aluminio		0.0	20 Max.
Cromo		0.0	20 Max.
Sílice		2.0	15 Máx.

### COMENTARIOS

El análisis muestra que el aceite conserva en perfecto estado sus propiedades físicas y químicas. El mismo, puede ser utilizado durante 50 horas más en los motores, recomendamos muestrear el lubricante cada 150 horas de uso del equipo para levantar un historial de maquinaria.



**Walter Ochoa Sánchez**  
Ingeniero de Lubricación

SERVICIO TECNICO  
REPORTE DE ANALISIS DE LABORATORIO


Empresa : SERVICIOS VERIFICADORES UNIVERSALES – S. V. U.  
Atención : ING. ALEX BUSTAMANTE – JEFE DE OPERACIONES  
Equipo : MOTO – GENERADOR  
Marca/Equipo : DETROIT DIESEL                      Modelo/Equipo: 8V92  
Parte/Equipo : CARTER (DEPOSITO)  
Producto : MOBIL DELVAC 1240-D  
Tiempo/Serv. : Aceite: 100 HORAS                      Equipo: 2400 HORAS  
Fecha/Muestra: 25-marzo -99

RESULTADOS

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO	LÍMITES DE SERVICIO
Viscosidad (cSt @ 100°C)	D-445	15.5	10.6 mín. – 19.9 Máx.
Insolubles en 1.2 micras (% peso)	M-490	0.05	3.5 Máx.
Oxidación en 5.8 u, A/cm	M-1067	1.0	20.0 Máx.
TBN, mg. KOH/g.	D-2896	6.2	1.0 mín.
Agua (% en peso)	M-1067	0.0	0.2 Máx.
Color Visual/ASTM	D - 1500	4.5	4.0 – 5.0
Dilución por comb. Diesel (% Vol.)	GRAFICO	0.0	5.0 Máx.
Metales de desgaste (ppm)	M-1011		
Hierro		25.0	125 Máx.
Cobre		5.0	45 Max.
Aluminio		0.0	20 Max.
Cromo		0.0	20 Max.
Sílice		5.0	15 Máx.

COMENTARIOS

El análisis muestra que el aceite conserva en perfecto estado sus propiedades físicas y químicas. El mismo, puede ser utilizado durante 50 horas más en los motores, recomendamos muestrear el lubricante cada 150 horas de uso del equipo para levantar un historial de maquinaria.

  
Walter Ochoa Sánchez  
Ingeniero de Lubricación



## SERVICIO TECNICO REPORTE DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Empresa :** SERVICIOS VERIFICADORES UNIVERSALES – S. V. U.  
**Atención :** ING. ALEX BUSTAMANTE – JEFE DE OPERACIONES  
**Equipo :** MOTO – GENERADOR  
**Marca/Equipo :** DETROIT DIESEL **Modelo/Equipo:** 8V92  
**Parte/Equipo :** CARTER (DEPOSITO)  
**Producto :** MOBIL DELVAC 1240-D  
**Tiempo/Serv. :** Aceite: 200 HORAS **Equipo:** 2600 HORAS  
**Fecha/Muestra:** 25-marzo -99

## RESULTADOS

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO	LÍMITES DE SERVICIO
Viscosidad (cSt @ 100°C)	D-445	17.2	10.6 mín. – 19.9 Máx.
Insolubles en 1.2 micras (% peso)	M-490	0.07	3.5 Máx.
Oxidación en 5.8 u, A/cm	M-1067	2.0	20.0 Máx.
TBN, mg. KOH/g.	D-2896	6.0	1.0 mín.
Agua (% en peso)	M-1067	0.0	0.2 Máx.
Color Visual/ASTM	D - 1500	4.5	4.0 – 5.0
Dilución por comb. Diesel (% Vol.)	GRAFICO	1.5	5.0 Máx.
Metales de desgaste (ppm)	M-1011		
Hierro		28.0	125 Máx.
Cobre		5.0	45 Max.
Aluminio		1.0	20 Max.
Cromo		0.0	20 Max.
Sílice		7.0	15 Máx.

## COMENTARIOS

El análisis muestra que el aceite conserva en perfecto estado sus propiedades físicas y químicas. El mismo, puede ser utilizado durante 50 horas más en los motores, recomendamos muestrear el lubricante cada 150 horas de uso del equipo para levantar un historial de maquinaria.

  
**Walter Ochoa Sánchez**  
**Ingeniero de Lubricación**



SERVICIO TECNICO

REPORTE DE ANALISIS DE LABORATORIO

Empresa : SERVICIOS VERIFICADORES UNIVERSALES – S. V. U.

Atención : ING. ALEX BUSTAMANTE – JEFE DE OPERACIONES

Equipo : MOTO – GENERADOR

Marca/Equipo : DETROIT DIESEL                      Modelo/Equipo: 8V92

Parte/Equipo : CARTER (DEPOSITO)

Producto : MOBIL DELVAC 1240-D

Tiempo/Serv. : Aceite: 200 HORAS                      Equipo: 2900 HORAS

Fecha/Muestra: 25-marzo -99

RESULTADOS

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO	LÍMITES DE SERVICIO
Viscosidad (cSt @ 100°C)	D-445	17.1	10.6 mín. – 19.9 Máx.
Insolubles en 1.2 micras (% peso)	M-490	0.08	3.5 Máx.
Oxidación en 5.8 u, A/cm	M-1067	2.0	20.0 Máx.
TBN, mg. KOH/g.	D-2896	6.5	1.0 mín.
Agua (% en peso)	M-1067	0.03	0.2 Máx.
Color Visual/ASTM	D - 1500	4.5	4.0 – 5.0
Dilución por comb. Diesel (% Vol.)	GRAFICO	1.0	5.0 Máx.
Metales de desgaste (ppm)	M-1011		
Hierro		26.0	125 Máx.
Cobre		6.0	45 Max.
Aluminio		0.0	20 Max.
Cromo		0.0	20 Max.
Sílice		5.0	15 Máx.

COMENTARIOS

El análisis muestra que el aceite conserva en perfecto estado sus propiedades físicas y químicas. El mismo, puede ser utilizado durante 50 horas más en los motores, recomendamos muestrear el lubricante cada 150 horas de uso del equipo para levantar un historial de maquinaria.



Walter Ochoa Sánchez

Ingeniero de Lubricación



## SERVICIO TECNICO REPORTE DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Empresa :** SERVICIOS VERIFICADORES UNIVERSALES – S. V. U.  
**Atención :** ING. ALEX BUSTAMANTE – JEFE DE OPERACIONES  
**Equipo :** MOTO – GENERADOR  
**Marca/Equipo :** DETROIT DIESEL **Modelo/Equipo:** 8V92  
**Parte/Equipo :** CARTER (DEPOSITO)  
**Producto :** MOBIL DELVAC 1240-D  
**Tiempo/Serv. :** Aceite: 250 HORAS **Equipo:** 3250 HORAS  
**Fecha/Muestra:** 25-marzo -99

## RESULTADOS

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO	LÍMITES DE SERVICIO
Viscosidad (cSt @ 100°C)	D-445	18.0	10.6 mín. – 19.9 Máx.
Insolubles en 1.2 micras (% peso)	M-490	0.08	3.5 Máx.
Oxidación en 5.8 u, A/cm	M-1067	3.0	20.0 Máx.
TBN, mg. KOH/g.	D-2896	5.6	1.0 mín.
Agua (% en peso)	M-1067	0.0	0.2 Máx.
Color Visual/ASTM	D - 1500	4.5	4.0 – 5.0
Dilución por comb. Diesel (% Vol.)	GRAFICO	1.0	5.0 Máx.
Metales de desgaste (ppm)	M-1011		
Hierro		30.0	125 Máx.
Cobre		7.0	45 Max.
Aluminio		1.0	20 Max.
Cromo		0.0	20 Max.
Sílice		7.0	15 Máx.

## COMENTARIOS

El análisis muestra que el aceite conserva en perfecto estado sus propiedades físicas y químicas. El mismo, puede ser utilizado durante 50 horas más en los motores, recomendamos muestrear el lubricante cada 150 horas de uso del equipo para levantar un historial de maquinaria.



**Walter Ochoa Sánchez**  
Ingeniero de Lubricación

# APENDICE C

Análisis de costos por cambios de aceite de un motor Diesel promedio							
	Filtros Desechables		Filtros I.P.C.O.			Ahorro con I.P.C.O. ( porcentaje)	
	No. de cambios	Costo Anual U.S. \$	No. de cambios	Costo 1er año U.S. \$	Costo 2do año U.S. \$	1er año	2do año
Ejemplo # 1	10	1050,00	5	505,00	405,00	52%	61%
Ejemplo # 2	6	630,00	3	365,00	265,00	42%	58%
Ejemplo # 3	4	420,00	2	295,00	195,00	30%	53%

TABLA IV

ANALISIS DE COSTOS POR CAMBIOS DE ACEITE EN UN MOTOR DIESEL PROMEDIO

## APÉNDICE D

Número de Horas	Costo IPCO L13	acumulado IPCO L13	Costo Desechable LF 3000	acumulado Desechable LF 3000
0	436	436	38	38
250	1	437	38	76
500	1	438	38	114
750	1	439	38	152
1000	1	440	38	190
1250	1	441	38	228
1500	1	442	38	266
1750	1	443	38	304
2000	1	444	38	342
2250	1	445	38	380
2500	56	501	38	418
2750	1	502	38	456
3000	1	503	38	494
3250	1	504	38	532
3500	1	505	38	570
3750	1	506	38	608
4000	1	507	38	646
4250	1	508	38	684
4500	1	509	38	722
4750	1	510	38	760
5000	56	566	38	798
5250	1	567	38	836
5500	1	568	38	874
5750	1	569	38	912
6000	1	570	38	950
6250	1	571	38	988
6500	1	572	38	1026
6750	1	573	38	1064
7000	1	574	38	1102
7250	1	575	38	1140
7500	56	631	38	1178
7750	1	632	38	1216
8000	1	633	38	1254
8250	1	634	38	1292
8500	1	635	38	1330
8750	1	636	38	1368
9000	1	637	38	1406
9250	1	638	38	1444
9500	1	639	38	1482
9750	1	640	38	1520
10000	56	696	38	1558
10250	1	697	38	1596
10500	1	698	38	1634
10750	1	699	38	1672
11000	1	700	38	1710
11250	1	701	38	1748
11500	1	702	38	1786
11750	1	703	38	1824
12000	1	704	38	1862

TABLA V

**Análisis de Costos a Largo Plazo de Filtros IPCO vs Desechables**



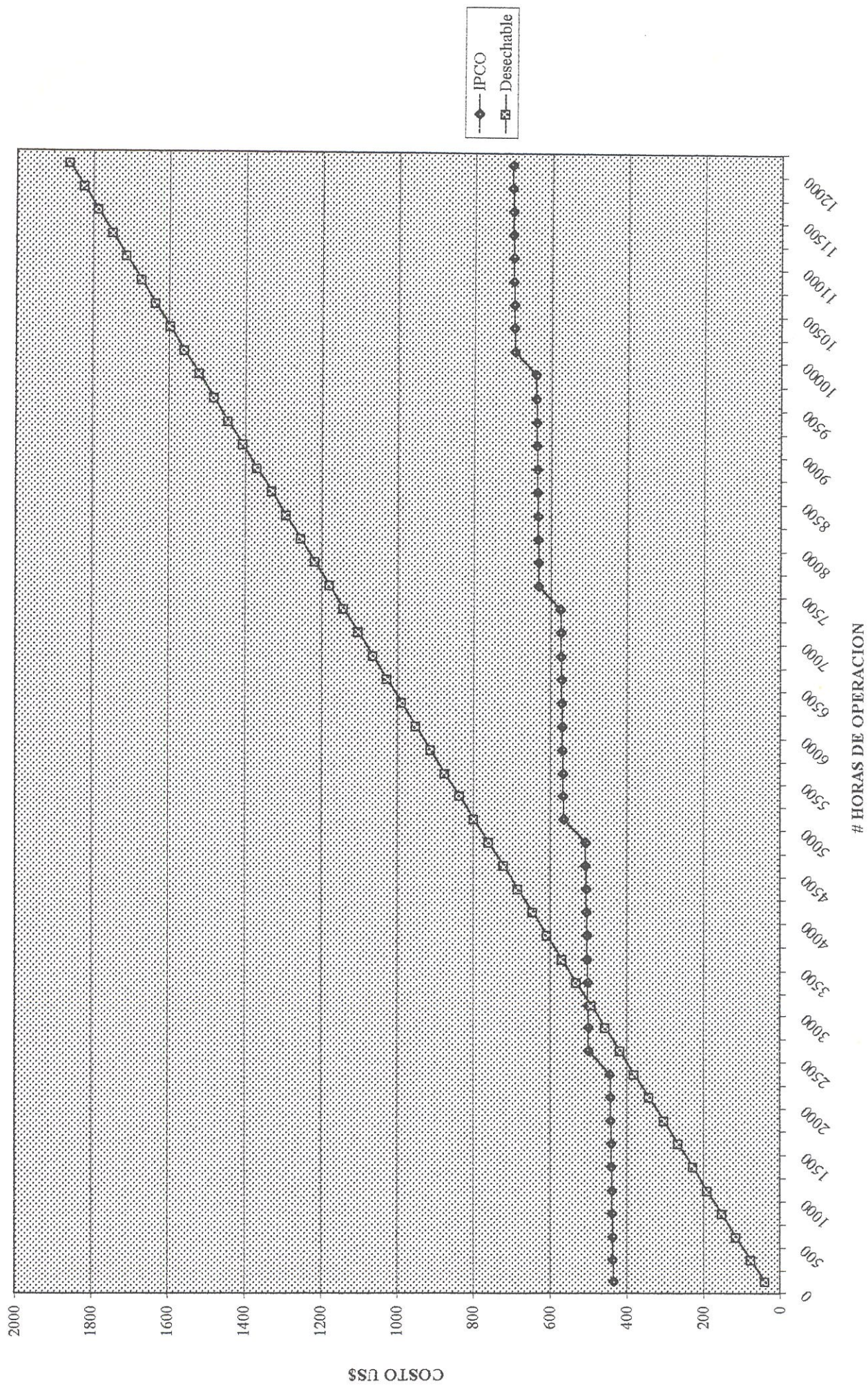


GRAFICO 4.1



# APÉNDICE F

Número	Costo IPCO L13	acumulado IPCO L13	Costo Desechable LF 3000	acumulado Desechable LF 3000
	U.S.D. \$	U.S.D. \$	U.S.D. \$	U.S.D. \$
0	506	506	108	108
250	1	507	108	216
500	71	578	108	324
750	1	579	108	432
1000	71	650	108	540
1250	1	651	108	648
1500	71	722	108	756
1750	1	723	108	864
2000	71	794	108	972
2250	1	795	108	1080
2500	136	931	108	1188
2750	1	932	108	1296
3000	71	1003	108	1404
3250	1	1004	108	1512
3500	71	1075	108	1620
3750	1	1076	108	1728
4000	71	1147	108	1836
4250	1	1148	108	1944
4500	71	1219	108	2052
4750	1	1220	108	2160
5000	136	1356	108	2268
5250	1	1357	108	2376
5500	71	1428	108	2484
5750	1	1429	108	2592
6000	71	1500	108	2700
6250	1	1501	108	2808
6500	71	1572	108	2916
6750	1	1573	108	3024
7000	71	1644	108	3132
7250	1	1645	108	3240
7500	136	1781	108	3348
7750	1	1782	108	3456
8000	71	1853	108	3564
8250	1	1854	108	3672
8500	71	1925	108	3780
8750	1	1926	108	3888
9000	71	1997	108	3996
9250	1	1998	108	4104
9500	71	2069	108	4212
9750	1	2070	108	4320
10000	136	2206	108	4428
10250	1	2207	108	4536
10500	71	2278	108	4644
10750	1	2279	108	4752
11000	71	2350	108	4860
11250	1	2351	108	4968
11500	71	2422	108	5076
11750	1	2423	108	5184
12000	71	2494	108	5292

TABLA VI

Análisis de Costos a Largo Plazo de Filtros IPCO vs Filtros Desechables incluyendo costos de aceite de recambio.



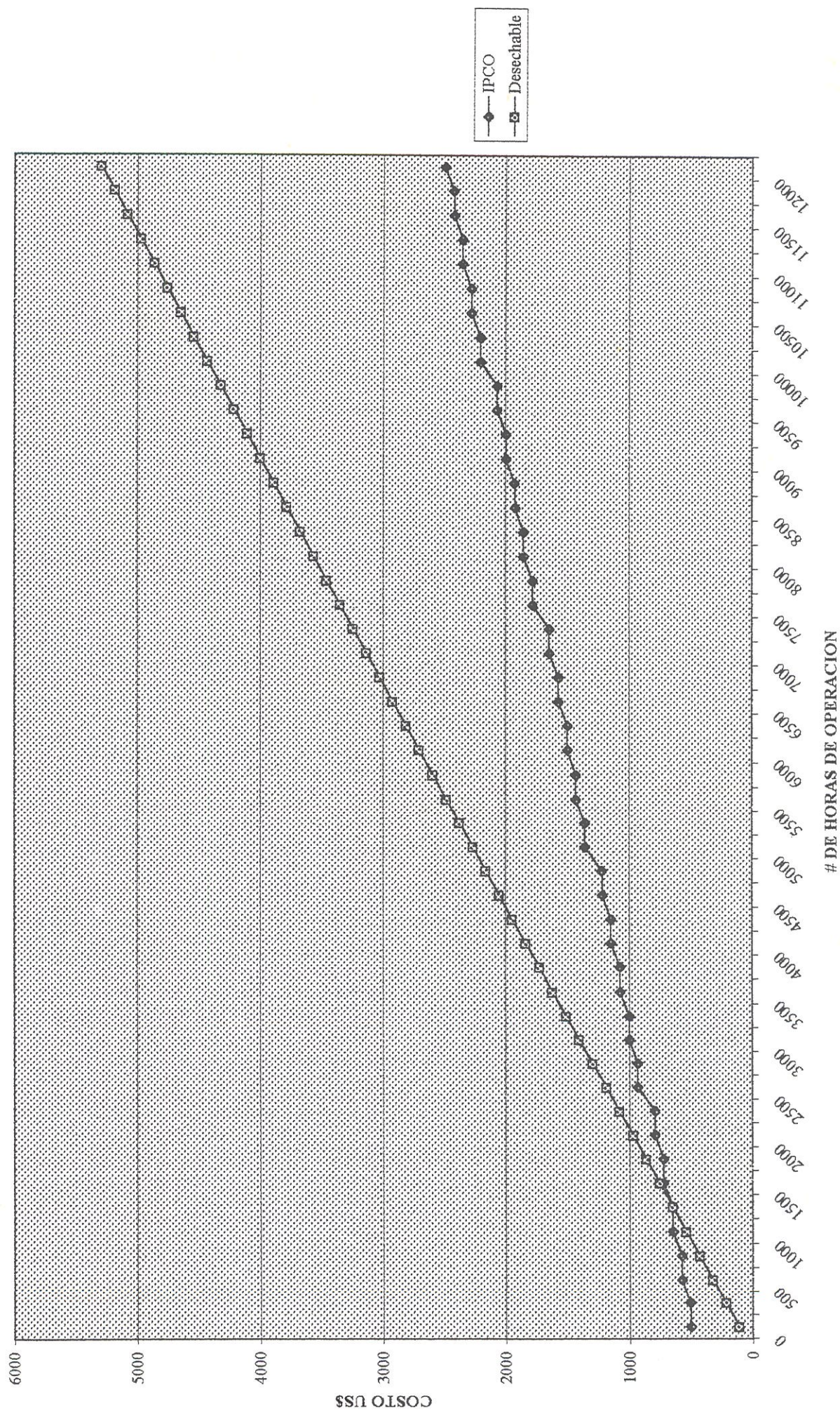


GRAFICO 4.2



## BIBLIOGRAFIA

- 1 BARRY M. VERDEGAN. Protecting Engines and the Environment. A Comparison of Oil Filtration Alternatives. SAE Technical Paper Series
- 2 BAUMISTER, AVALLONE, BAUMISTER III. MARKS Manual del Ingeniero Mecánico Tomo III
- 3 BRIAN W. SCHWANDT. Cleanable Heavy Duty Oil Filters for Trucks and Buses. SAE Technical Paper Series
- 4 Guía de Lubricación para Motores de Combustión Interna. Edición Shell.
- 5 Heavy Duty NEWS. Nelson Industries. Fall 1997 Issue No 6 Vol 1