870118

Universidad Autonoma de Guadalajara

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SUSTITUCION DE LA METIL ETIL CETONA EN EL PROCESO DE DESPARAFINACION DE LA REFINERIA "ING. ANTONIO M. AMOR" DE SALAMANCA, GTO.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO QUIMICO

PRESENTA

MARIA JULIANA DEL CARMEN PUENTE LEON

Asesor: I.Q. Ma. del Consuelo López Limón

GUADALAJARA, JALISCO. 1987

UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

Prólogo 1

Introducción 2

CAPITULO I: Generalidades 4

CAPITULO II: Procesos de obtención de aceites lubricantes.

Refinación 6
Destilación atmosférica 6
Destilación a vacío 7
Desasfaltadora con propano 7
Refinadora con furfural 7
Hidrotratadora de aceites 8
Desparafinadoras 8
Tratamiento con arcilla 9

CAPITULO III: Fundamentos teóricos ..11

CAPITULO IV: Desparafinación 14

CAPITULO V: Control de calidad

Apariencia 18
Peso específico 18
Color ASTM 18
Viscosidad-absoluta 18
Viscosidad cinemática 19
Indice de viscosidad 19
Punto de inflamación 20
Punto de ignición 20
Punto de escurrimiento 20
Punto de congelación 20
Control de calidad de parafinas
Temperatura de fusión a la gota.....21
Contenido de aceite en parafina 21

CAPITULO VI: Planteamiento del problema 22

Ventajas y desventajas 24

CAPITULO VII: Pruebas experimentales

Desparafinación .....:26
Eliminación de solvente en parafinas y aceites 28
Cálculo del porcentaje de volumen de solvente en la mezcla desparafinante.29

Caracteristicas de los aceites refinados usados en la desparafinación .. 32
Especificaciones de los solventes 33
Tablas de resultados 34

CAPITULO VIII: Consideraciones económicas..... 45

CAPITULO IX: Resumen de resultados y -- toma de decisiones 47

Conclusiones 49
Bibliografía 50
Apéndice 1 51
Apéndice 2 53
Apéndice 3 54
Apéndice 4 55
Apéndice 5 57
Apéndice 6 58

P R Ó L O G O

Dado el problema económico actual por el que atraviesa nuestro - - país y ya que la demanda de materias primas importadas ocasiona erogaciones considerables al extranjero, se ha sugerido la posibilidad de sustituir uno de los solventes que se usa en el proceso de desparafinación de la refinería "Ing. Antonio M. Amor", ubicada en Salamanca, Gto., con el - objeto de mantener aspectos de producción, productividad y rendimientos - y disminuir costos, sin alterar la calidad en la obtención de aceites - - lubricantes básicos, que es uno de los principales procesos de la refi- - nería.

El solvente para la desparafinación se adquiere, actualmente, de - la compañía Celanese, industria privada que, a su vez, utiliza en su elaboración materia prima de importación, ocasionando que el costo se in- -- cremente y la adquisición se dificulte. En el presente trabajo se estu-- diarán diferentes solventes que deben cumplir requisitos del solvente alcual van a sustituir,para disponer de algunas alternativas en el caso decomplicaciones para la adquisición del solvente actual.

I N T R O D U C C I Ó N

El proceso de obtención de aceites lubricantes consta de varias -- etapas, siendo una de ellas la desparafinación, la cual utiliza un sol--- vente selectivo con el que se lleva a cabo la eliminación de parafina del aceite, para conferirle las características necesarias en su uso como - - lubricante y obtener, además,como producto secundario, parafina.

Hasta el momento se está usando la METIL-ETIL-CETONA, en una mezcla conTolueno, para desparafinar los aceites, obteniéndose resultados que -- cumplen los requerimientos de control de calidad para el aceite y la para fina, pero existe el problema del costo ascendente del solvente, pues - - aunque el Tolueno se obtiene de la Refinería de Minatitlán, Ver., la - -- Metil-Etil-Cetona es comprada por PEMEX a Celanese, que la produce con -- materia prima importada.

Con la presente situación económica, en la que el valor del dólar- no es estable, el precio de la materia prima está en constante alza y - - ésto redunda en aumento del costo de producción del solvente; además ,por- tratarse de materia importada, se puede dificultar su adquisición, con la consecuente escasez de solvente.

Pensando en ésto, se ha trazado como objetivo de este trabajo bus- car un solvente sustituto para la metil-etil-cetona, que cumpla con los - requisitos establecidos y permita obtener el aceite,por lo menos,de la -- misma calidad que el actual.

Se trabajarán tres alternativas:a) una mezcla de metil-isobutil-ce tona con acetona, ambos productos de CELANESE; b) Alcohol isopropílico y- c) Solvente ligero, estos últimos, productos de la Refinería de Salamanca.

Los solventes se probarán en las actuales condiciones de trabajo, evitando cambios en el proceso que impliquen mayores gastos y estable- -- ciendo una plataforma de referencia para comparar su comportamiento, des- cartando los que no cumplan con el objetivo del trabajo y seleccionando - el solvente que mejor pueda sustituir a la metil-etil-cetona.

C A P Í T U L O I

G E N E R A L I D A D E S

Los aceites son de vital importancia en la industria, ya que actualmente no existe una máquina que no lo requiera para su funcionamiento.

El aceite cumple tres funciones principales:

- Lubricación
- Soporte para evitar contacto directo entre pieza metálicas
- Medio de enfriamiento

En algunos casos también sirve como sello.

Si un aceite trabaja adecuadamente, evita el desgaste acelerado de-- las piezas de una máquina ó su total inutilización debida al rozamiento y - sobrecalentamiento.

Para obtener aceites lubricantes necesitamos partir de petróleo - -- crudo de base parafínica, obteniéndose mejores cortes de aceites que los -- obtenidos con otro tipo de petróleo, con la característica de que todos los productos contendran, desde mínimas cantidades en los más ligeros, hasta -- cantidades considerables en los productos más pesados, de parafina.

La producción de aceites lubricantes consta de tres etapas, esencialmente:

- Obtención de cortes lubricantes en destilación a vacío.
- Refinación.
- Desparafinación

La refinación de los aceites se hace con el objeto de eliminar del - aceite los compuestos inestables que provocan la oxidación y descomposi- -- ción del mismo.

La desparafinación es necesaria, porque un aceite parafinoso, - - excepto los más ligeros, se encuentra en estado sólido a la temperatura-ambiente, por lo que no cumple con sus funciones; aún en el caso de los-aceites parafinosos fluídos, con un ligero descenso en la temperatura, - se solidifican, impidiendo el trabajo en las partes donde lo deberian -- facilitar.

En la refinería se obtienen los siguientes aceites básicos:

- Transformadores
- Husos
- Tecnol
- Neutro ligero
- Neutro
- Neutro pesado
- Pesado
- Cilindros

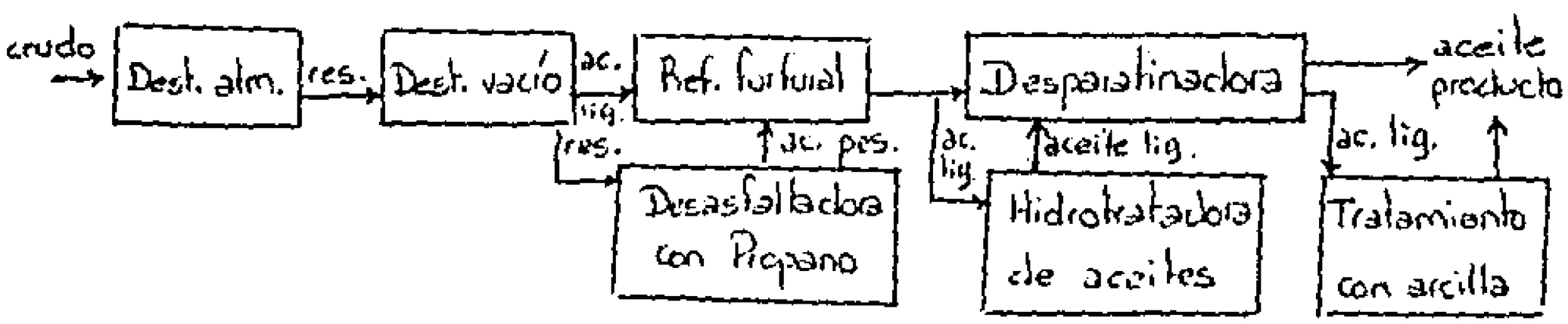
Con estos aceites y aditivos adecuados, se obtienen aceites industriales que cubren todo tipo de necesidades, desde aceite para transfor-- madores en una planta eléctrica, para motores de combustión interna, - -- transmisiones, diferenciales, motores diesel de trabajo ligero, motores - diesel para carga pesado, compresoras, turbinas, engranes, chumaceras de- molinos, bombas, etc.

Además, los aceites pueden recibir tratamientos adecuados, para -- usarlo en equipo donde tengan contacto directo con productos con los que- normalmente se inflamarían, y para evitar que sean corrosivos, oxidantes- y venenosos, sin perder sus cualidades.

C A P Í T U L O II

PROCESOS DE OBTENCIÓN DE ACEITES LUBRICANTES

a) <u>REFINACIÓN</u>: Este proceso obtiene, mediante tratamientos con solventes, aceites básicos de alto índice de viscosidad, a partir de cortes lubricantes, productos del petróleo crudo procedente de la Faja de Oro - de Poza Rica, Ver., de base parafínica.



<u>DESTILACIÓN ATMOSFÉRICA:</u> Es la primera destilación a que se somete el -- crudo; ésta se efectúa a presión atmosférica con una temperatura máxima- en el domo de 125°C y de 340°C en el fondo, para evitar que el crudo se- desintegre a consecuencia de una mayor temperatura, ocasionando la imposibilidad de obtener los aceites en el siguiente paso.

Los productos de la destilación son: gases (obtenidos a 20°C), gasolina- primaria (hasta 185°C), turbosina (combustible para aviones, hasta - - - 200°C), kerosina (hasta 265°C), diesel (hasta 300°C) y residuo primario, que pasa a:

<u>DESTILACIÓN A VACÍO:</u> Esta destilación se efectúa a baja presión; presión de vacío obtenida por medio de eyectores, con lo cual se disminuye la -- tensión superficial del líquido, evitando la desintegración térmica, - -

para obtener cortes de vacío, como: gasóleo, que puede ser usado como - diesel ó puede ser enviado a la desintegradora catalítica FCC, para obtener gasolina de alto índice de octano; y lubricantes como: transformadores (utilizado por la CFE y obtenido hasta 150°C), tecnol (base de -- perfumería y aceites corporales, obtenido hasta 190°C), neutro ligero - (hasta 200°C), neutro (hasta 220°C) y residuo de vacío que es bombeado- a:

DESASFALTADORA CON PROPANO: Este proceso se usa cuando se quieren obtener aceites lubricantes básicos de alta viscosidad: del residuo de destilación al vacío son separados los aceites pesados del asfalto, tomando ventaja del hecho de que hidrocarburos saturados de bajo peso espe-- cífico, como el propano, disuelven solamente aceites, pero no asfaltos; los lubricantes (neutro pesado obtenido a 153°C y pesado a 176°C) ex- - traídos en este proceso y los obtenidos directamente de la destilación- al vacío, son tratados en:

REFINADORA CON FURFURAL: Este proceso usa la propiedad del solvente, de disolver compuestos aromáticos, policíclicos, gomas, compuestos nafténi-- cos y resinas, selectivamente, con el fin de separar compuestos inestables.

La extracción con solvente mejora el color, índice de viscosidad, estabilidad a la oxidación de aceites y reduce el residuo de carbón en - -- ellos.

Con parte del extracto (resíduo) se hace una mezcla con el resíduo de - la desasfaltadora; si se diluye con aceite cíclico ligero, obtenemos -- combustóleo; sin diluir, se obtiene el asfalto No. 6 y a partir de éste, usando nafta ligero como diluente, se obtiene el asfalto FR_3; otra parte del extracto se bombea a la desintegradora catalítica para obtener gasolina de alto octano; los lubricantes refinados pasan a ser desparafinados.

pero el aceite transformadores y tecnol, tienen un tratamiento previo - a la desparafinación en:

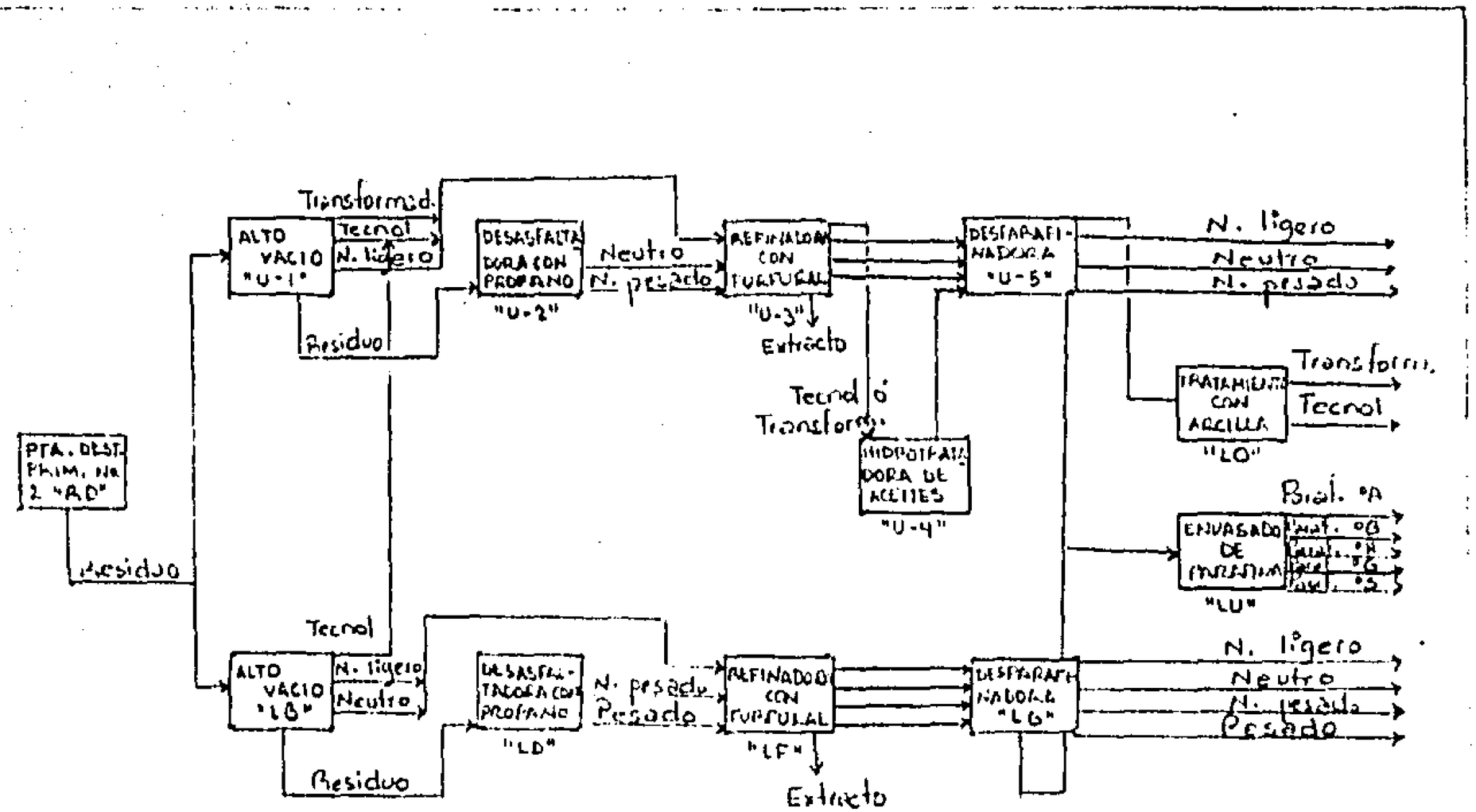
HIDROTRATADORA DE ACEITES: En esta planta, mediante inyección de hidrógeno y en presencia de catalizadores (Al_2O_3-Co-Mo y Al_2O_3-Ni-Mo), se - reduce al mínimo compuestos de azufre, oxígeno y nitrógeno; el princi-- pal contaminante, que es el azufre, se elimina en forma de H_2S, el - -- oxígeno como agua y el nitrógeno como amoníaco; mediante este proceso - se mejora también el color, el comportamiento a la desemulsificación, - estabilidad y se disminuye el residuo de carbón y número ácido; los lubricantes pasan a:

DESPARAFINADORAS: Este proceso usa Metil-etil-cetona/Tolueno como sol-- vente separador de aceite-parafina, las cetonas no disuelven parafinas- y los solventes aromáticos, disuelven completamente los aceites, por lo tanto, los dos tipos de solvente se mezclan apropiadamente para disolver el aceite y separarlo de la parafina; después de ser enfriado a una temperatura especifica de cada aceite, es separado de la parafina en un -- banco de filtros, para eliminar la mayor cantidad de parafina del aceite; la eliminación de parafina, mejora el punto de escurrimiento de los aceites.

Enseguida la parafina pasa a ser distribuída de acuerdo a su calidad -- mediante autos-tanque (pipas) y carros-tanque (del FFCC): los aceites - desparafinados pueden ser entregados a ventas como lubricantes básicos- ó ser mezclados con aditivos y envasados en la planta de mezclas, desde neutro ligero,hasta pesado; las formulaciones se hacen con dos ó tres - tipos de aceite y aditivos que mejoran cualidades del aceite final como:

viscosidad, índice de viscosidad, estabilidad a la oxidación, congela-- ción, poder detergente y lubricante.

TRATAMIENTO CON ARCILLA: Aceites como tecnol y transformadores son tratados con tierra Fuller, para eliminarles compuestos cromógenos, responsables del color y olor, ya que estos aceites son de uso especial y - - deben ser refinados más cuidadosamente.



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
DIAGRAMA DE FLUJO NO. 1
PROCESO OBTENCION ACEITES LUBRICANTES
MARIA JULIANA DEL C. PUENTE LEON.

CAPÍTULO III

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

La desparafinación es la separación del aceite y la parafina contenida en él, esta separación se lleva a cabo por extracción con un solvente selectivo y está basada en diferencia de solubilidades; así, los - solventes orgánicos, principalmente alcoholes, hidrocarburos de bajo - - peso molecular, cetonas, naftas y algunos compuestos derivados del ben-- ceno disuelven totalmente el aceite, pero por diferencia de solubilidad- con la parafina, ésta queda en suspensión, separándose del aceite al ser cristalizada, lo cual se lleva a cabo con un enfriamiento de la mezcla - y una posterior filtración. Los solventes tienen puntos de congelamiento muy bajos, con lo cual se logra la separación y por sus bajos puntos de- ebullición con respecto a los aceites, son de fácil eliminación por me-- dio de un calentamiento.

La separación de la mezcla solvente-aceite-parafina, se lleva - - a cabo por filtración, si se trata de parafinas propiamente dichas; en - el caso de compuestos cerosos, se usa la centrifugación, porque estos -- compuestos forman coloides que no se pueden separar por filtración.

El solvente ideal para la desparafinación debe reunir las siguientes características:

1.- Debe ser completamente miscible con el aceite y no debe disolver - la parafina.

2.- Debe ser recuperable de ambos productos y de fácil separación del- agua, la eliminación comunmente se hace por destilación,por lo que debe tener una temperatura de ebullición baja con respecto al - --

aceite y la parafina, para evitar descomposición y oxidación de los - - productos u obtención de productos secundarios.

3.- El solvente debe extraer el aceite de la parafina de modo que su- separación se efectué por medios mecánicos.

4.- El solvente no debe tener acción química ó térmica sobre el aceite ó la parafina.

5.- No debe provocar costos excesivos de equipo ó material para su -- utilización, evitando complicaciones en el diseño del equipo de la planta.

6.- El costo del solvente no debe ser muy alto.

7.- Propiedades termodinámicas del solvente, tales como calores latentes de vaporización y calores específicos,deben ser adecuadas para - evitar gastos por condiciones de excesivas refrigeración ó destilación.

Sin embargo, por lo general los solventes usados no cumplen todos los requisitos, pero se decide por el que tenga mejor comportamiento -- desparafinante.

Una extracción satisfactoria depende de:

- Naturaleza del solvente usado.
- Cantidad de solvente.
- Temperatura de extracción.
- Tiempo de contacto entre el aceite y el solvente.
- Método de contacto.
- Naturaleza del aceite.
- Tiempo de separación del solvente con el aceite.

En el caso de la desparafinación, la extracción no tiene mayores problemas que controlar su temperatura de filtración y tiempo de sepa-- ración,ya que la cantidad de solvente, naturaleza del mismo y naturaleza del aceite son parámetros controlados de antemano, la forma y tiempo de contacto entre el solvente y el aceite es llevada a cabo en la misma tubería por la que se transporta a los intercambiadores y filtros, por- lo que, en sí, se trata de una extracción relativamente sencilla, sin - complicaciones en cuanto al comportamiento del solvente con el aceite.

b) DESPARAFINACIÓN: Este proceso elimina la parafina de los lubrican-- tes por medio de una extracción con solvente y un enfriamiento de la mezcla solvente-aceite, para la cristalización de la parafina y ob-- tención del aceite con la temperatura de escurrimiento deseada.

El solvente usado en PEMEX, es una mezcla de Metil-etil-cetona/To- - lueno, en una proporción desde 43 hasta 50% en volumen de metil-etil -cetona (MEK), que es controlada con el índice de refracción de la - mezcla de solventes. Para cada aceite son diferentes la proporción- de solvente/solvente, solvente/aceite y temperatura de filtración. Ver diagrama de flujo del proceso al final del capítulo.

A C E I T E	REL MEK/TOL	IND REF.	TEMP.FILT°C	REL SOL/AC
Transformadores	49/51	1.437	-37	3/1
Tecnol	48/52	1.439	-23	3/1
Neutro Ligero	48/52	1.439	-24	3/1
Neutro	47/53	1.440	-22	3/1
Neutro Pesado	46/54	1.442	-23	4/1
Pesado	43/57	1.445	-18	4/1

La carga de aceite y el solvente (que puede ser fresco, lavado tibio de filtros y/o solvente recuperado de filtración) son mezclados y pasan a través de un banco de intercambiadores colocados en paralelo, fluyendo en contracorriente contra aceite desparafinado y después contra propano hasta alcanzar la temperatura de filtración, la mezcla enfriada pasa de un reci piente acumulador al filtro rotatorio a vacío tipo Oliver "A" (estos fil- tros succionan por medio de vacío y la torta de filtración es desprendida

con una cuchilla y mediante soplado de gas CO_2 a presión), parte del -- solvente es separado del aceite en un tanque acumulador y usado como dilución inicial; el aceite desparafinado, después de enfriar la carga, - pasa a calentarse hasta 100°C en un cambiador de calor con flujo a contracorriente con los vapores de la torre atmosférica, entra a ésta para eliminar algo de solvente, sale y se calenta hasta 244°C con gasóleo caliente en contracorriente, pasa a las torres de alta y baja presión, de aquí a una torre agotadora de solvente con arrastre de vapor y, final-- mente, el aceite es secado en una torre de vacío, eliminándole todo rastro de humedad y es bombeado a tanques de almacenamiento.

La parafina del filtro "A", por contener parafina de alto y bajo punto de fusión, se disuelve con parte del filtrado "C", aumentando su- temperatura con solvente fresco y vapor de baja presión para su mejor - dilución, para separar la mezcla de parafinas, la dilución se enfría -- con parafina suave (de bajo punto de fusión) y propano, pasa al filtro- "B" ó de fraccionanción; el filtrado, que es la parafina suave, cambia- color con la carga, pasa a un acumulador, se calenta con los vapores de la torre atmosférica, fondo del agotador y vapores de la torre de alta- presión, entra a la torre atmosférica, a la de alta presión y a la torre agotadora para eliminarle solvente, finalmente la parafina suave se almacena en tanques.

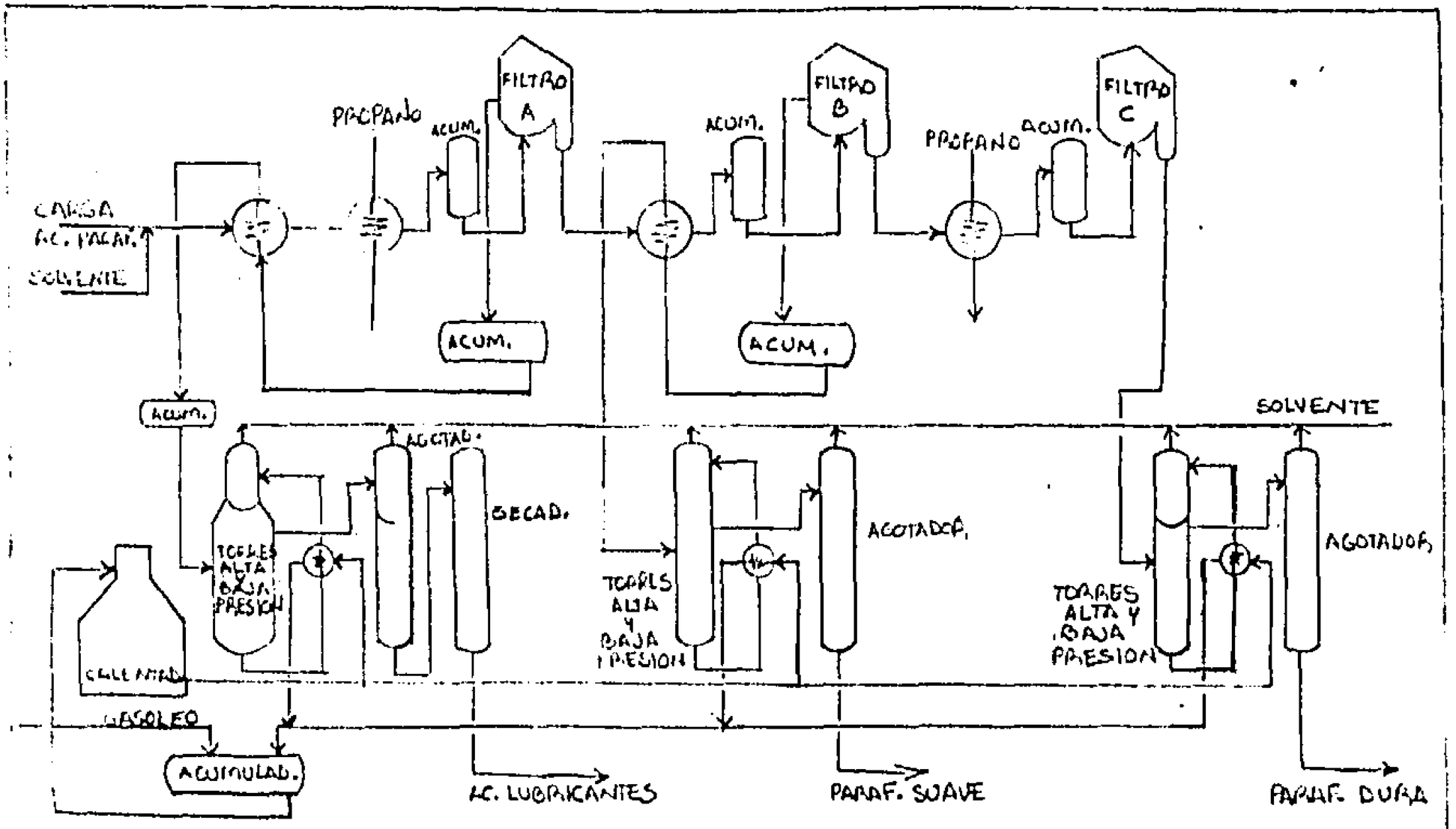
La parafina de alto punto de fusión ó parafina dura del filtro - "B", se disuelve con solvente tibio, se enfría y pasa al filtro "C" - - (filtro de repaso). El filtrado, por contener cantidades insignifican- tes de aceite y parafina, se usa como dilución inicial, inyecciones - - intermedias a líneas, filtros y cambiadores de calor, como dilución a - las parafinas suave y dura como lavado a filtros; la parafina dura pasa a

a eliminación de solvente en un circuito similar al de la eliminación de solvente en la parafina suave, por último, es bombeada a tanques de al-- macenamiento.

El solvente recuperado de las torres de alta y baja presión y de- los agotadores, se envía a un acumulador y es secado en una torre donde- se elimina toda humedad y rastros de aceite,para ser usado nuevamente; - la recuperación de solvente es de aproximadamente 67%.

Los filtros son lavados con solvente caliente, interrumpiendo el- vacío durante la operación de lavado, que para el filtro "A" es cada 4 - horas y para los filtros "B" y "C" cada 8 horas. El solvente de lavado - es usado como diluciones intermedias.

Las parafinas separadas de los aceites ligeros son del tipo má- - crocristalinas lo que facilita la filtración, pero tienen el gran incon- veniente de retener mayor cantidad de aceite que las parafinas de acei-- tes pesados, que son del tipo microcristalinas, de mayor calidad por - - tener menor retención de aceite, pero más problemáticas en su separación, porque obstruyen las lonas con que se recubren los filtros, ocasionando taponamiento en los mismos.



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
DIAGRAMA DE FLUJO No. 2
PROCESO DE DESPARAFINACION
MARIA JULIANA DEL C. PUENTE LEON

C A P Í T U L O V

CONTROL DE CALIDAD

Pruebas de laboratorio que se efectúan a los aceites para caracterizarlos, controlar su calidad e indicar a las plantas que los procesan,- el desarrollo de sus productos.

Apariencia: Por visualización, el aceite debe estar transparente y brillante, en caso contrario se reportará turbidez, que indica presencia de agua- y sólidos en suspensión.

Peso específico: Es la relación entre el peso de un volumen del aceite, al peso de igual volumen de agua pura a determinada temperatura, especificándola al reportar: Pe 20/4°C, Pe 60/60°F, usando para cuantificarlo, densímetros de vidrio, calibrados a diferentes valores, según el aceite que se- trabaje. Método ASTM D-1298-67.

Color ASTM: El color en los aceites, es una medida de la refinación y de - la luz transmitida ó reflejada por los mismos; se mide por comparación con un estándar, el cual se cubre con cristales de diferentes tonalidades, el- más claro tiene un valor de 0.5 aumentando a razón de 0.5, hasta el más -- oscuro, que tiene un valor de 8.0; estos valores fueron establecidos ar- - bitrariamente y no aumentan en forma proporcional al color. Método ASTM-D -1500-64.

Viscosidad: Resistencia de un líquido a fluir.

Viscosidad absoluta: Es numéricamente igual a la fuerza tangencial por unidad de distancia, cuando el espacio entre ellos es llenado con aceite y un plano se recorre con respecto al otro en una unidad de velocidad.

Si un aceite causa una resistencia de 1 dina/cm^2 cuando está contenido entre dos platos rectos separados 1 cm y un plato es movido a una velocidad de 1 cm/seg., la viscosidad del aceite es de 1 poise, el centipoise es la centésima parte del poise y es la unidad más comúnmente usada.

Viscosidad cinemática: Es la medida de la resistencia a fluir a través de un capilar de vidrio por efecto de la fuerza de gravedad. La unidad de la viscosidad cinemática es el stoke; más comúnmente usado es el centistoke, que es la centésima parte del stoke. La relación entre la viscosidad absoluta y la cinemática es:

Centipoises = Centistokes x densidad (la viscosidad cinemática y la densidad deben ser cuantificadas a la misma temperatura).

La viscosidad cinemática se trabaja a 100°F (37.8°C) para aceites ligeros, a 130°F (54.4°C) para aceites intermedios y a 210°F (98.9 °C) para aceites pesados. Método ASTM D 445-74. Ver apendice 1.

Índice de viscosidad: Es un número arbitrario que indica el comportamiento del aceite en relación a la alteración de su viscosidad por - - efecto del cambio de temperatura. Un índice de viscosidad alto (entre 90 y 110), significa muy poca variación en la viscosidad por un aumento considerable en la temperatura.

Los aceites pueden tener índice de viscosidad bajo (entre 30 y-50), lo cual nos indica que son de base nafténica y que no son adecuados para usarse como lubricantes, ya que la fricción de las máquinas,- produce calentamiento del aceite, provocando la pérdida de sus cualidades. Método ASTM D-2270-77. Ver apéndice 2.

Punto de inflamación: Es la temperatura, a la cual el aceite, después de un calentamiento paulatino, bajo condiciones específicas, se inflama momentáneamente al pasarle una flama sobre su superficie y nos señala hasta qué temperatura, en condiciones de trabajo, se puede usar el aceite - con seguridad. Método ASTM D-92-78. Apéndice 3.

Punto de ignición: Continuando el calentamiento anterior, es la temperatura a la cual, el aceite arde durante 5 segundos como mínimo.

Punto de escurrimiento: Es la temperatura más baja a la cual todavía se- percibe fluidez del aceite; en condiciones definidas y en reposo, nos -- indica la más baja temperatura a la cual se puede trabajar sin que el -- aceite se solidifique, esta temperatura es consecuencia de la cantidad - máxima de parafina que contiene el aceite lubricante. Método ASTM D-97 - 66, Apéndice 4.

Punto de congelación: Continuando el enfriamiento anterior, es la tempe- ratura en la que no se nota el menor movimiento del aceite.

Temp. escurrimiento = Temp. congelación + 3°C (5°F) Ap. 4.

Valores de peso específico, viscosidad, inflamación, color y con- gelación, fuera de los límites establecidos para la especificación co- - rrespondiente, indican contaminación ó fallas en el proceso.

A los aceites también se les determina: Tipos de carbón (aromá- - ticos y parafínicos), materia insoluble en heptano y tetracloruro de carbono, corrosión, oxidación, tensión interfacial, resistencia dieléctrica, residuos de carbón, cenizas, número ácido, número de saponificación, - - contenido de metales, espumación, contenido de azufre y cloro; pero básicamente las principales, por ser de control, son las descritas anteriormente.

Pruebas de control de calidad de parafinas:

Peso específico

Color ASTM

Las dos pruebas son del tipo físico y han sido explicadas anteriormente.
A continuación se explican dos pruebas de tipo analítico.

Temperatura de fusión a la gota: Es la temperatura a la cual la muestra- es lo suficientemente fluida para gotear del termómetro usado al hacer - la determinación, bajo condiciones definididas, que nos señala en forma- indirecta si el contenido de aceite en la parafina, está dentro de los - límites. Método ASTM D-127-63. Ver apéndice 5.

Contenido de aceite en parafina: Es el porcentaje en peso de aceite re-- tenido en las parafinas después de la desparafinación y nos indica la -- suavidad ó dureza de las mismas. Método ASTM D-721-68. Ver apéndice 6.

C A P I T U L O VI

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para abatir los costos en la obtención de aceites lubricantes y lograr la calidad deseada, se procederá al estudio de la sustitución - de la Metil-etil-cetona en la desparafinación.

Selección de alternativas:

En la operación de desparafinación pueden usarse solventes como:

Acetona	Alcoholes	Ciclohexano	Tricloroetileno
Anilina	Xileno	Gasolinas	Propano
Isopentano	Fenoles	Cetonas	Nitrometano

Solventes como acetona, isopentano y propano son de difícil recuperación por su alta volatilidad; la anilina, xileno, fenol, tricloro-- etileno y nitrometano por la mayor dificultad en su obtención y esca- - sez, pueden ser mejor aprovechados en otros procesos como el de obten-- ción de hules, plásticos, fibras, pinturas, polímeros, etc.

Por lo tanto, nuestro trabajo se centrará a los siguientes sol-- ventes, que son los que anteriormente se señalaron como probables al- - ternativas:

- Mezcla de Metilisobutil-cetona y acetona (MIBK/MMK) en una - - proporción de 1.1
- Alcohol isopropílico (IPA)
- Corte de gasolina ligera de la repasadora de naftas (LIG)

Siguiendo el mismo procedimiento, se usará la mezcla actual de - solvente tolueno (TOL); en las mismas proporciones con las que se han -

estado trabajando, para evitar cambios innecesarios y costosos en el - proceso, y tener al solvente como única variable a modificar.

En la tabla No. 1 se señalan las ventajas y desventajas de cada sol- - vente.

T A B L A No. 1

CARACTERISTICAS DE LOS SOLVENTES USADOS EN LA DESPARAFINACION DE ACEITES.

SOLVENTE	V E N T A J A S	D E S V E N T A J A S
MEK	Buen medio desparafinantes, recuperacion aceptable del mismo, relativamente poco-tóxico, aceite producto de calidad de- - seada.	Incremento constante de su costo al ser elaborado con materia prima importada y de di-- fícil adquisición.
MIBK/MMK	Medio desparafinante y aceite producto-- de calidad aceptable; debido a la adi- - ción de acetona, tiene un costo más bajo que el solvente actual, igual tiempo de-filtración que el del MEK.	De difícil eliminación para el organismo humano debido a que es muy pesado y venenoso.- Para disminuir su toxicidad y mejorar su comportamiento desparafinante, se mezcla con -- MMK, pero éste es extremadamente volátil, -- ocasionando un costo adicional, al tener la-necesidad de reponer el MMK, por lo menos -- cada 24 horas.
IPA	Se espera obtener buenos resultados al - desparafinar y un aceite de la calidad - deseada, con menor costo.	Miscibilidad en todas proporciones con el -- agua y formación de un azeótropo, por lo que se requiere de una torre de destilación - -- azeotrópica para su reutilización, ya que el solvente requerido para el proceso, debe estar completamente seco.

T A B L A No. 1 : CONT.

SOLVENTE	V E N T A J A S	D E S V E N T A J A S
LIG	De acuerdo a la literatura, cabe esperar un comportamiento desparafinante satis-- factorio. No se tiene referencias en -- cuanto a la calidad del aceite producto, pero se espera no tener problemas en - - este punto.	Requiere un tratamiento previo, para eliminar compuestos de azufre, que - además de ser altamente corrosivos - para el equipo, son transferibles al aceite.

C A P I T U L O VII

PRUEBAS EXPERIMENTALES

Desparafinación:

Para efectuar las pruebas se seleccionaron los aceites refinados parafinosos:

- Tecnol 90
- Neutro ligero 90
- Neutro 90
- Neutro pesado 90
- Pesado 90

En la tabla 2 se describen sus características.

Para determinar cual solvente podría sustituir al MEK, se hicieron desparafinaciones a nivel laboratorio, de acuerdo a las condiciones con las que opera la planta, en iguales circunstancias para todos los - solventes.

Condiciones de la desparafinación:

A C E I T E	REL SOL/TOL*	IN REF	TEMP FILT C	REL SOL/ACEITE
Tecnol	47.5/52.5	1.439	-18/-16	3:1
Neutro ligero	47.5/52.5	1.439	-24/-22	3:1
Neutro	46.5/53.5	1.440	-22/-20	3:1
Neutro pesado	46.0/54.0	1.442	-23/-21	4:1
Pesado	42.5/57.5	1.445	-20/-18	4:1

* Estos porcentajes corresponden a la mezcla MEK/TOL: de acuerdo a los - índices de refracción de los otros solventes, se construyeron gráficas,- para conocer la nueva relación de cada uno de los solventes con el Tolueno, indicadas en la tabla 5; ver al final del capítulo.

Características de sóluciones tabla 3.

Procedimiento:

Se ha procurado ajustar las condiciones de trabajo de proceso, a nivel laboratorio.

Por tratarse de un proceso contínuo, los aceites parafinosos -- después de su refinación, son llevados a la desparafinadora directa- - mente, debido a que de la refinación se obtienen los productos calientes, conservan su fluidez, no ocurriendo ésto en el trabajo, por lo que primeramente los aceites de calientan y homogeneizan, se mezclan en una probeta graduada con la mezcla de solvente en la relación indicada pa-- ra cada aceite. Esta mezcla se controla en la planta, midiendo el gasto a la salida de las bombas del aceite y del solvente, haciendo la mezcla en la misma tubería que la conduce a los intercambiadores de calor donde es enfriada; en el laboratorio, la etapa del banco de intercambiado-- res se suple con un recipiente dentro de un baño del alcohol con hielo- seco hasta tener la temperatura de la mezcla 10°C abajo de su tempera-- tura de filtración, inmediatamente es vaciada la mezcla dentro de un -- filtro buchner cubierto con una lona; los filtros en la planta son de - tipo rotatorio efectuándose la filtración por medio de succión, en el - laboratorio se usó un matraz kitazato y una bomba de vacío, se agitó la mezcla para desprender la parafina de las orillas. Para calcular el rendimiento de aceite, al final de la filtración se le agregó un volumen - adicional de solvente igual al volumen de aceite enfriado a la temperatura de filtración; cuando ha dejado de gotear filtrado, se apaga la- bomba y se separa el filtro, para evitar que la parafina se redisuelva- y pase con el filtrado.

ELIMINACIÓN DE SOLVENTE EN PARAFINAS Y ACEITES:

La eliminación de solvente del aceite se lleva a cabo en cuatro torres de destilación colocadas en serie, una de baja presión, una de alta presión, un agotador con arrastre de vapor y un secador. En el laboratorio se eliminó el solvente vaciando el filtrado en un matraz de destilación, al cual se le adaptó una entrada para el termómetro y otra para un burbujeo de CO_2 para arrastrar el solvente y crear una atmósfera inerte que evite la oxidación del aceite.

Con un calentamiento controlado, se comienza la eliminación de solvente, aumentando el flujo de CO_2 a medida que el solvente es eliminado, cuando el aceite alcanza la temperatura de 190°C para Tecnol y Neutro ligero y 210°C para los restantes, se suspende el calentamiento sin cortar el burbujeo de CO_2 para arrastrar todo residuo de solvente, hasta que la temperatura del aceite baje a 70°C. Se mide el volumen recuperado:

$$\% \text{ rendimiento del aceite} = \frac{\text{vol. aceite recuperado}}{\text{vol. aceite parafinoso}} \times 100$$

La eliminación del solvente de la parafina se efectúa con tres. Torres de destilación, primero una de baja presión, después pasa la parafina a una de alta presión y por último a un agotador.

En el laboratorio no se destila la parafina, por la mayor dificultad para su recuperación, en un vaso de precipitado se somete un peso conocido de muestra de parafina con solvente,recuperada del filtro, a un calentamiento lento, bajo una campana de extracción, se retira de la parrilla de calentamiento cuando se haya completado la evaporación,

ésto es, al no percibirse rastro de olor del solvente; se deja enfriar y se pesa nuevamente:

$$\% \text{ solvente en parafina} = \frac{\text{peso muestra evaporada}}{\text{peso muestra inicial}} \times 100$$

Las muestras recuperadas de aceite y parafina se guardan para - - hacerles posteriormente pruebas de control de calidad.

Cálculo del porcentaje de volumen de solvente en la mezcla despa-rafinante.

Procedimiento.

Medir el índice de refracción a 20°C a: Tolueno, mezcla 1:1 en -- volumen Metil-isobutil-cetona/acetona, Alcohol isopropílico y solvente - ligero.

Se prepararon 3 mezclas de TOL/SOLV., en diferentes proporciones- y se les midió su índice de refracción.

Tabla No. 4 Indices de refracción a 20°C de las mezclas de solventes.

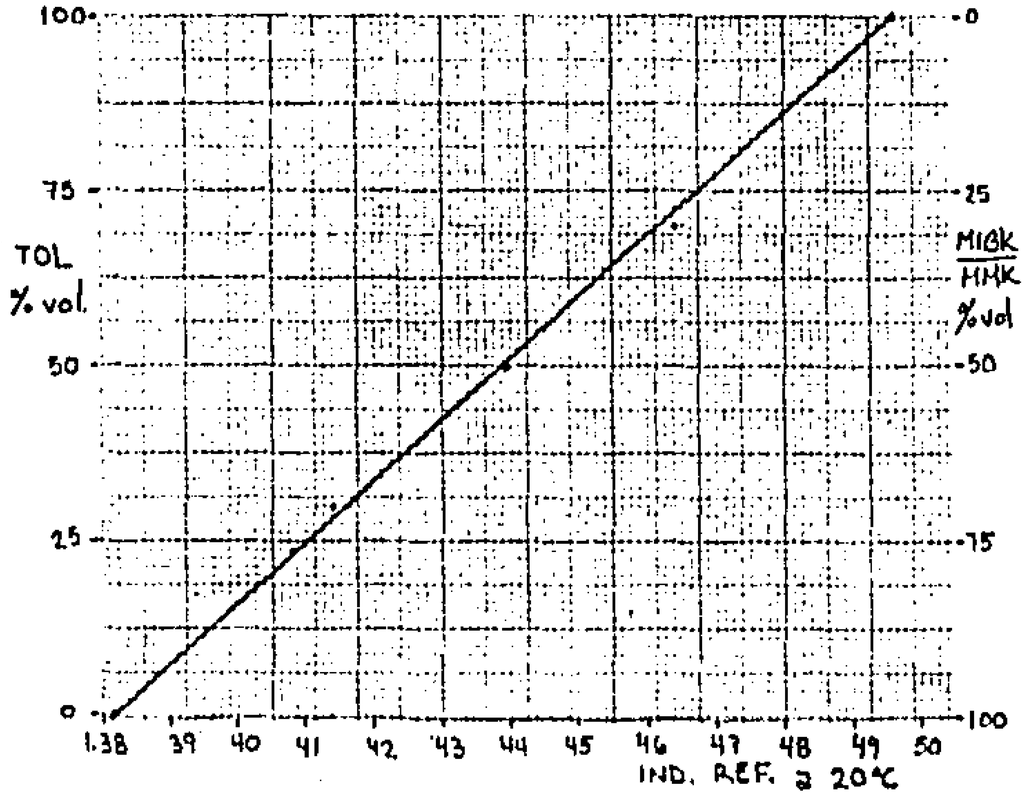
REL TOL/SOLV	S O L V E N T E S			
	TOL	MIBK/MMK	IPA	LIG
Solv.puro	1.49625	1.38600	1.37700	1.39125
30/70		1.41255	1.41155	1.42250
50/50		1.43750	1.43655	1.44500
70/30		1.46500	1.46200	1.46605

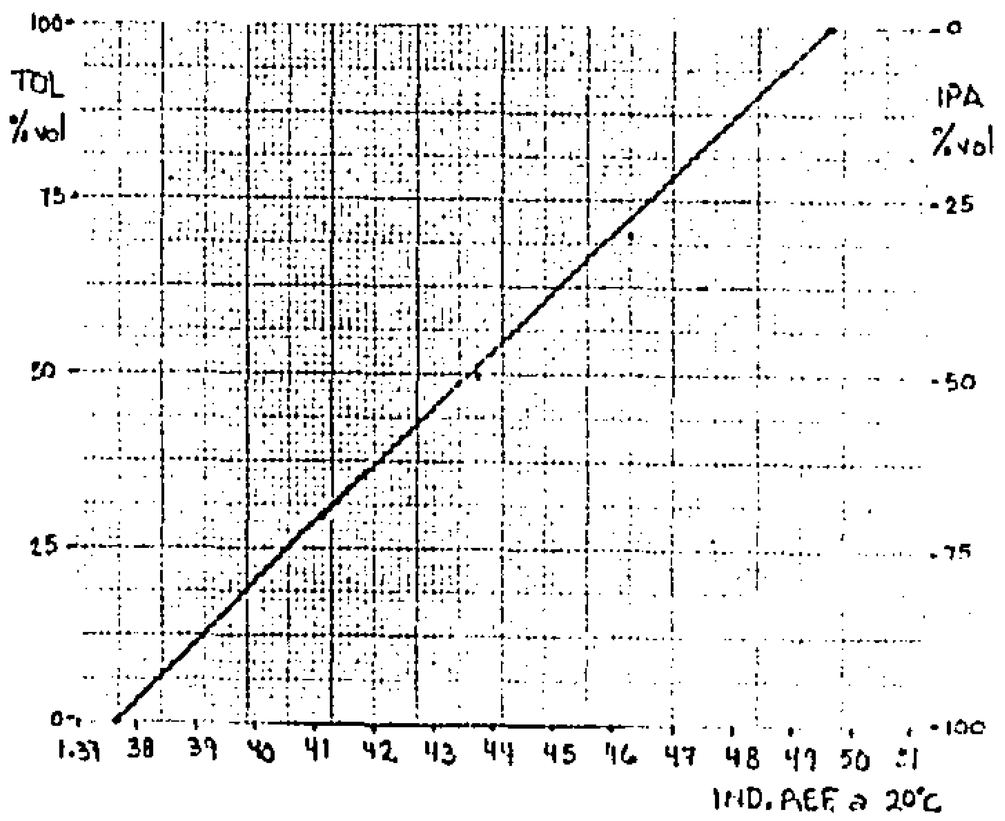
Con los valores de índice de refracción de los solventes puros - y de las mezclas, se construyen gráficas de Ind. de Ref. contra % en vol. de solvente y se leen los valores de volumen para las nuevas relaciones entre TOL/SOLV., de acuerdo al índice de refracción de la mezcla desparafinante para cada aceite.

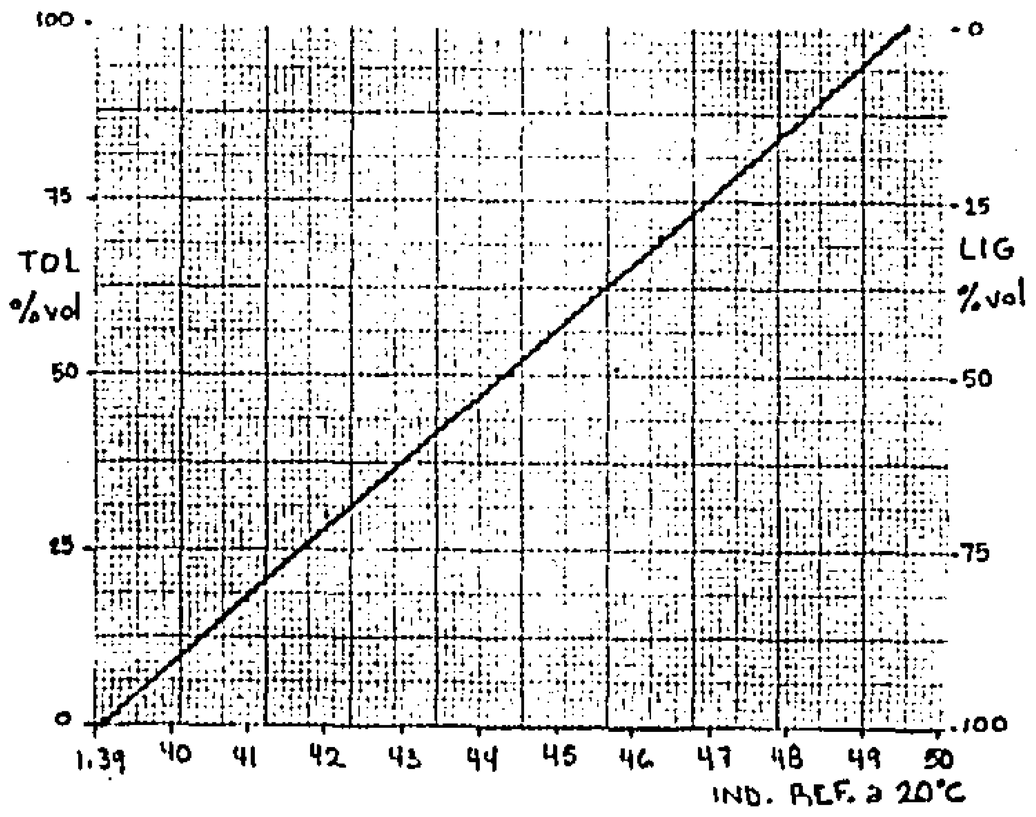
De acuerdo con las gráficas:

Tabla No.5 Porcentaje % en vol., del solvente para la mezcla desparafinante.

A C E I T E	IND. REF.	% MIBK/MMK	% IPA	% LIG
Tecnol	1.439	49.5	48.0	54.5
N. Lig.	1.439	49.5	48.0	54.5
Neutro	1.440	49.0	47.5	53.5
N. pes.	1.442	47.0	45.5	51.5
Pesado	1.445	44.5	43.0	49.0







GRAFICAS DE IPA vs % vol SOLV. para el cálculo de los nuevos % de vol. en la mezcla desparafirante.

T A B L A N o. 2

CARACTERISTICAS DE LOS ACEITES REFINADOS USADOS EN LA DESPARAFINACION.

PRUEBA/ACEITE	Tecnol 90	N. Ligero 90	Neutro 90	N.Pesado	Pesado 90
P. esp. 20/4 C	0.853	0.869	0.875	0.880	0.894
Color ASTM	1.0	2.5	2.5	3.5	6.5
Visc. 37.8 C,SSU	78.2	120.4	---	---	---
Visc. 54.4 C,SSU	---	---	99.9	---	---
Visc. 98.9 C, SSU	---	---	---	75.1	167.4
Temp. inflamac., C	182	200	230	260	296

TABLA No. 3: ESPECIFICACIONES DE LOS SOLVENTES.

PRUEBAS	SOLVENTES					
	TOL	MEK	MIBK	MMK	IPA	LIG
Destilación:						
TIE	110	78	109	55	83	30
10% vol., máx.	110	79	113	56	83	55
50% vol., máx.	110.2	79	115	56	84	105
90% vol., máx.	110.4	80	115	57	84	190
TFE	110.6	82	118	59	84	220
Acidez máx.	nada	0.003	0.002	0.02	0.002	---
Color Saybolt,mín.	-20	-25	---	---	---	-30
Color Pt-Co,máx.	---	---	5	15	10	---
Corrosión lám.Cu	1a	1a	1a	1a	1a	1a
Mat.no volátil, % peso	---	0.005	0.01	0.001	0.005	---
Pureza % peso,mín.	99.9	98.9	99.0	99.5	99.0	---
Agua % peso,máx.	---	0.10	0.30	0.50	0.20	
Ind.refracción 20 C	1.495	1.378	1.398	1.374	1.376	1.390

CUADROS COMPARATIVOS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS PRUEBAS

EXPERIMENTALES CON LOS TRES SOLVENTES POSIBLES

SUSTITUTOS, Y CON EL SOLVENTE ACTUAL.

T A B L A No. 6

RESULTADOS DE LA DESPARAFINACION DEL ACEITE TECNOL 90

PRUEBA/SOLVENTE	MEK	MIBK/MMK	IPA	LIG	ESPECIF.
DESPARAFINACION:					
TIEMPO FILTRAC.,mín.	18	18	16	16	--
RECUP.SOLV., % vol.	48.3	42.5	51.7	41.0	--
REND.ACEITE,% vol.	55.0	60.0	68.0	74.7	--
ACEITE:					
P.ESP. 20/4 C	0.862	0.862	0.861	0.857	
COLOR ASTM	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0 MAX.
VISC.37.8 C,SSU	96.29	95.45	93.10	85.32	85/95
VISC. 98.9 C,SSU	39.05	38.97	38.84	38.18	
IND. DE VISCOSIDAD	98	98	101	103	100 Mín.
TEMP. DE ESCURR., C	-16	-16	-16	-1	-10 MAX.
TEMP. DE INFLAM., C	202	200	204	194	180 MIN.

T A B L A No. 6 CONT.

PRUEBA/SOLVENTE	MEK	MIBK	IPA	LIG	ESPECIF.
PARAFINA:					
SOLVENTE,% peso	58.0	68.8	67.9	63.1	--
ACEITE, % peso	12.53	11.36	6.21	5.78	
TEMP. DE FUSION, C	45	45	45	46	

Se puede observar que la filtración se lleva a cabo más rápidamente con el IPA y con el LIG, - teniéndose una mayor recuperación de aceite, además con el IPA se recupera más solvente.

En cuanto al aceite producto, con el IPA y el LIG se obtiene un mayor índice de viscosidad, - lo que se traduce en un mejor comportamiento del aceite, en cuanto a su temperatura de escurrimiento,- el único que no cumple la especificación es el LIG, lo cual nos indica que el aceite recuperado es mayor debido a una deficiente separación de parafina, sin embargo en la parafina, la menor retención de- aceite se percibe con el IPA y el LIG.

T A B L A No. 7

RESULTADOS DE LA DESPARAFINACION DEL ACEITE NEUTRO LIGERO 90.

PRUEBAS/SOLVENTE	MEK	MIBK/MMK	IPA	LIG	ESPECIF.
DESPARAFINACION:					
TIEMPO FILTRAC., min.	21	21	19	18	
RECUP. SOLV.,% vol.	45.0	41.7	47.5	20.8	
REND. ACEITE,% vol.	65.0	65.0	68.0	62.0	
ACEITE:					
P. ESP. 20/4 C	0.881	0.881	0.882	0.880	
COLOR ASTM	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5 MAX.
VISC. 37.8 C,SSU	143.5	144.6	162.1	159.8	155/165
VISC. 98.9 C,SSU	42.40	42.32	43.59	43.72	
IND. DE VISCOSIDAD	90	86	90	96	90/92
TEMP. DE ESCURR., C	-10	-10	-10	-1	-10 máx.
TEMP. DE INFLAM., C	210	208	216	208	200 mín.

T A B L A . No. 7 Cont.

PRUEBAS/SOLVENTE	MEK	MIBK/MMK	IPA	LIG	ESPECIF.
PARAFINA:					
SOLVENTE, % peso	63.5	64.6	68.6	66.1	
ACEITE, % peso	5.88	6.90	2.66	13.92	
TEMP. DE FUSION, C	48	47	47	48	

En los resultados anteriores, se observa que:

El tiempo de filtración también es menor con el IPA y el LIG, la recuperación de solvente es considerablemente menor con el LIG que con el resto, el rendimiento de aceite no es apreciablemente diferente con ninguno, las viscosidades de control no las cumplen los aceites desparafinados con MEK y MIBK/MMK, los índices de viscosidad sólo se alcanzan con MEK e IPA, la temperatura de escurrimiento no la cumple el LIG, las parafinas de menor contenido de aceite se obtienen con IPA y MEK.

T A B L A No. 8

RESULTADOS DE LA DESPARAFINACION DEL NEUTRO 90.

PRUEBAS/SOLVENTE	MEK	MIBK/MMK	IPA	LIG	ESPECIF.
DESPARAFINACION:					
TIEMPO FILTRAC., mín.	22	21	19	22	
RECOP. SOLV., % vol.	39.2	57.5	68.5	50.0	
REND. ACEITE, % vol.	51.0	73.0	66.0	71.0	
ACEITE:					
P. ESP.20/4 C	0.889	0.886	0.886	0.884	
COLOR ASTM	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5 máx.
VISC. 37.8 C, SSU	283.1	271.8	271.6	251.5	250/270
VISC. 98.9 C, SSU	50.52	50.05	50.02	42.40	
IND. DE VISCOSIDAD	89	90	90	94	90/92
TEMP. DE ESCURR., C	-16	-10	-10	-1	-10 máx.
TEMP. DE INFLAM., C	232	230	230	228	215 mín.

T A B L A No. 8 Cont.

PRUEBAS/SOLVENTES	MEK	MIBK/MMK	IPA	LIG	ESPECIF.
PARAFINA:					
SOLVENTE, % peso	71.2	63.4	70.6	68.2	
ACEITE, % peso	22.65	8.91	15.78	11.78	
TEMP.DE FUSION, C	51	53	52	53	

Los resultados observados son:

El tiempo de filtración es menor y la recuperación de solvente mayor con el IPA, la recuperación de - aceite es mayor con el MIBK/MMK y con el LIG, pero al observar la temperatura de escurrimiento del -- LIG, se deduce que ésto es debido a una deficiente separación de parafina, los mejores índices de - - viscosidad se obtienen con el MIBK/MMK y con el IPA y la menor cantidad de aceite en parafina se ob-- tiene con el MIBK/MMK y con el LIG.

T A B L A No. 9

RESULTADOS DE LA DESPARAFINACION DEL ACEITE NEUTRO PESADO 90.

PRUEBAS/SOLVENTE	MEK	MIBK/MMK	IPA	LIG	ESPECIF.
DESPARAFINACION:					
TIEMPO FILTRAC., mín.	35	34	31	58	
RECUP.SOLV.,% vol.	58.3	43.3	55.0	30.0	
REND. ACEITE,% vol.	60.0	52.0	63.0	48.0	
ACEITE:					
P.ESP. 20/4 C	0.887	0.886	0.885	0.886	
COLOR ASTM	4.5	4.5	4.0	4.0	4.5 máx.
VISC. 37.8 C, SSU	1010.4	1025.6	941.8	933.4	
VISC. 98.9 C, SSU	86.10	86.56	84.10	83.61	80/90
IND. DE VISCOSIDAD	91	91	92	92	90/92
TEMP. DE ESCURR., C	-10	-10	-10	-4	-10 máx.
TEMP. DE INFLAM., C	274	276	272	274	250 mín.

T A B L A No. 9 Cont.

PRUEBAS/SOLVENTE	MEK	MIBK/MMK	IPA	LIG	ESPECIF.
PARAFINA:					
SOLVENTE, % peso	71.3	72.9	70.7	77.2	
ACEITE, % peso	12.97	17.91	11.11	28.14	
TEMP. DE FUSION, C	71	71	72	71	

Para este aceite, el IPA sigue conservando su menor tiempo de filtración lo que se traduce en una ma-- yor producción de aceite desparafinado, el rendimiento de aceite también es mayor con el IPA, en este- caso el aceite producto entra en especificación con todos los solventes en todas las pruebas a excep-- ción de la temperatura de escurrimiento con el LIG, lo que nos indica que sigue "pasándose" parafina- en el aceite, la menor cantidad de aceite en la parafina se percibe con el IPA.

T A B L A No. 10

RESULTADOS DE LA DESPARAFINACION DEL ACEITE PESADO 90

PRUEBAS/SOLVENTE	MEK	MIBK/MMK	IPA	LIG	ESPECIF.
DESPARAFINACION:					
TIEMPO FILTRAC., mín.	37	37	34	62	
RECUP. SOLV., % vol.	43.3	53.3	54.0	35.0	
REND. ACEITE,% vol.	55.0	63.0	65.0	60.0	
ACEITE:					
P. ESP. 20/4 C	1.008	1.008	1.007	1.006	
COLOR ASTM	7.0	7.5	7.0	7.0	7.0 máx.
VISC. 37.8 C, SSU	4531.8	4581.9	4225.4	3954.6	
VISC. 98.9 C,SSU	207.7	209.1	199.0	187.6	185/200
IND. DE VISCOSIDAD	91	91	92	89	90/92
TEMP. DE ESCURR., C	-10	-7	-7	-4	-7 máx.
TEMP. DE INFLAM., C	302	304	302	302	280 mín.

T A B L A No. 10 Cont.

PRUEBAS/SOLVENTE	MEK	MIBK/MMK	IPA	LIG	ESPECIF.
PARAFINA:					
SOLVENTE, % peso	70.3	68.0	66.3	69.1	
ACEITE, % peso	2.46	0.74	0.25	1.47	
TEMP. DE FUSION, C	81	82	82	81	

Observación de resultados:

El tiempo de filtración es menor y la recuperación de aceite y de solvente son mayores con el IPA, la viscosidad de control sólo se cumple con el IPA y el LIG, la temperatura de escurrimiento sigue siendo deficiente con el LIG y la menor cantidad de aceite retenido en la parafina se logra con el IPA.

C A P Í T U L O VIII

CONSIDERACIONES ECONOMICAS

En este capítulo, se estudia el costo del solvente en el proceso con el solvente actual y las 3 alternativas.

S O L V E N T E	PRECIO POR LITRO*
Metil-etil-cetona	$ 310.00
Dimetil-cetona	248.00
Metil-isobutil-cetona	337.00
Alcohol isopropílico	193.00
Solvente ligero	100.00

* precios del mes de octubre de 1986.

Considerando una producción de aceites lubricantes de:

5,115 barriles/día de operación, y una relación solvente/aceite: 3:1 en el cual el solvente se asumirá que es 50% de tolueno y 50% del - solvente a sustituir.

Metil-etil-cetona:

Rendimiento de aceite: 57%

Carga de aceite parafinosos: 8,975 bls.

Solvente requerido para la desparafinación, 26,925 bls.

Si se tiene una recuperación de solvente del 70%

Solvente utilizado: 8,075 bls., de los cuales 4,038 bls., son -- MEK por lo que:

Gasto = 4,038 bls., x $ 310.00 /l x 159 l bl.= $ 199,008,375.00

Metil-isobutil-cetona/Dimetil-cetona:

Rendimiento de aceite: 63%

Carga de aceite parafinoso: 8,120 bls.

Solvente rquerido para la desparafinación: 24,360 bls.

Recuperación de solvente: 75% con un 22.5% de MMK y un 52.5% de MIBK.

Solvente utilizado: 6,090 bls., 3,045 de TOL., 913.5 de MMK y 2,131.5 de MIBK.

Gasto: ($ 248.00/l . x 913.5 bls., + $ 337.00/l . x 2,131.5 bls.)- x 159 l/bl. . = $ 150'233,296.50

Alcohol isopropílico:

Rendimiento de aceite: 66%

Carga de aceite parafinoso: 7,750 bls.

Solvente requerido para la desparafinación: 23,250 bls.

Recuperación de solvente: 80%

Solvente utilizado: 4,650 bls., de los que 2,325 bls., son de IPA.

Gasto: 2,325 bls., x $ 193.00/l . x 159 l../bl., =$ 71'347,275.00

Solvente ligero:

Rendimiento de aceite: 63%

Carga de aceite parafinoso: 8,120 bls.

Solvente requerido para la desparafinación: 24,360 bls.

Recuperación de solvente: 60%

Solvente utilizado: 9,744 bls., de los que 4,872 bls.son de LIG

Gasto: 4,872 bls., x $ 100.00/l x 159 l. ./bl. = $ 77'464,800.00

C A P Í T U L O IX

RESUMEN DE RESULTADOS Y TOMA DE DECISIONES

En base a las pruebas experimentales, el estudio económico y tros factores, los resultados obtenidos con los solventes en experimentación, con respecto al actual, son los siguientes:

Tiempo de filtración:- Para aceites como Tecnol, Neutro ligero y Neutro- es menor el tiempo de filtración con el IPA y el LIG que con el solvente actual, para el Neutro pesado y el Pesado el tiempo de filtración sólo - es menor con el IPA.

Recuperación de solvente:- En este punto se puede generalizar que sólo - con el IPA se recupera más solvente que con el actual.

Rendimiento de aceite:- Se observa que con las tres alternativas se re-- cupera más aceite que con el solvente actual, obteniéndose mayor rendi-- miento con IPA.

Color ASTM:- No se percibe cambio alguno con ninguna de las alternativas.

Viscosidad cinemática: Sólo con IPA y LIG, los aceites cumplen las especificaciones requeridas con fluidez.

Indice de viscosidad: Con las tres alternativas, los resultados de esta- prueba quedan dentro de los límites de las especificaciones.

Temperatura de escurrimiento:- Los requerimientos de este punto sólo se- satisfacen al trabajador con MIBK/MMK e IPA.

Temperatura de inflamación: Todas las alternativas cumplen con los requi sitos de las especificaciones.

Contenido de aceite en la parafina: El menor contenido de aceites se ob- tiene con IPA, aunque con Tecnol, Neutro ligero y Neutro, se obtienen --

resultados aceptables al trabajar con MIBK/MMK y con LIG.

Al hacer el estudio económico, se observa que el menor gasto se - obtiene con IPA y con LIG.

Otros factores a considerar son:

El IPA se produce en la misma refinería por lo que no hay dificultad ni gastos adicionales en cuanto al transporte.

Hay suficiente producción de IPA para cubrir los requerimiento de ventas y del proceso de desparafinación.

Por ser la venta de gasolina uno de los pilares mayores de ventas de la refinería, se obtiene mayor ganancia al destinar el solvente ligero para mezclas de gasolinas, que el ahorro obtenido al ser utilizado -- como medio desparafinante.

Por lo descrito anteriormente, se ha decidido que es posible, satisfactorio y bastante ventajoso, el sustituir la Metil-etil-cetona por- el alcohol isopropílico.

CONCLUSIONES

Al utilizar Alcohol isopropílico en el proceso para sustituir a la Metil-etil-cetona, se puede observar que:

- Se obtiene una mayor velocidad de filtración, lo que significa una mayor capacidad de desparafinación.
- Se obtiene mayor rendimiento de aceite, aproximadamente 10% - en volumen más.
- Mayor recuperación de solvente, aproximadamente 10% en volu-- men más.
- Se obtiene un aumento en el índice de viscosidad hasta de 3 - unidades.
- Se reduce el contenido de aceite en la parafina.
- No requiere ningún cambio en el proceso actual.

Por lo tanto: se recomienda sustituir el solvente actual, Metil-etil-cetona por Alcohol Isopropílico.

B I B L I O G R A F I A

1.- KALICHEVSKY, Vladimir A.
Modern Methods of Refining Lubricating Oils.
Ed. Reinhold Publishing Corporation
1976, London, England.

2.- NELSON, W.L.
Petroleum Refinery Engineering, 4a Ed.
Ed Mc. Graw-Hill
1960, Tokyo, Japan.

3.- PERRY ROBERT H./CHILTON CECIL H.
Manual del Ingeniero Químico, 5a. Ed.
Ed. Mc. Graw-Hill

Annual Book of ASTM Standards.

4.- Edición 1972 Tomos XVII y XVIII

5.- Edición 1973 Tomos XVII y XVIII

6.- Edición 1976 Tomos XVII y XVIII

Ed. American Society for Testing and Materiales
Easton, Ma, U.S.A.

Manuales de Operación.

7.- Proceso de Refinación.

8.- Proceso de Desparafinación.

9.- Proceso de Obtención de Alcohol Isopropílico

Ed. Petróleos Mexicanos.

A.P E N D I C E S

APÉNDICE 1

Viscosidad cinemática: Viscosímetro de vidrio tipo capilar

Soportes para viscosímetros

Baño de calentamiento con termostato

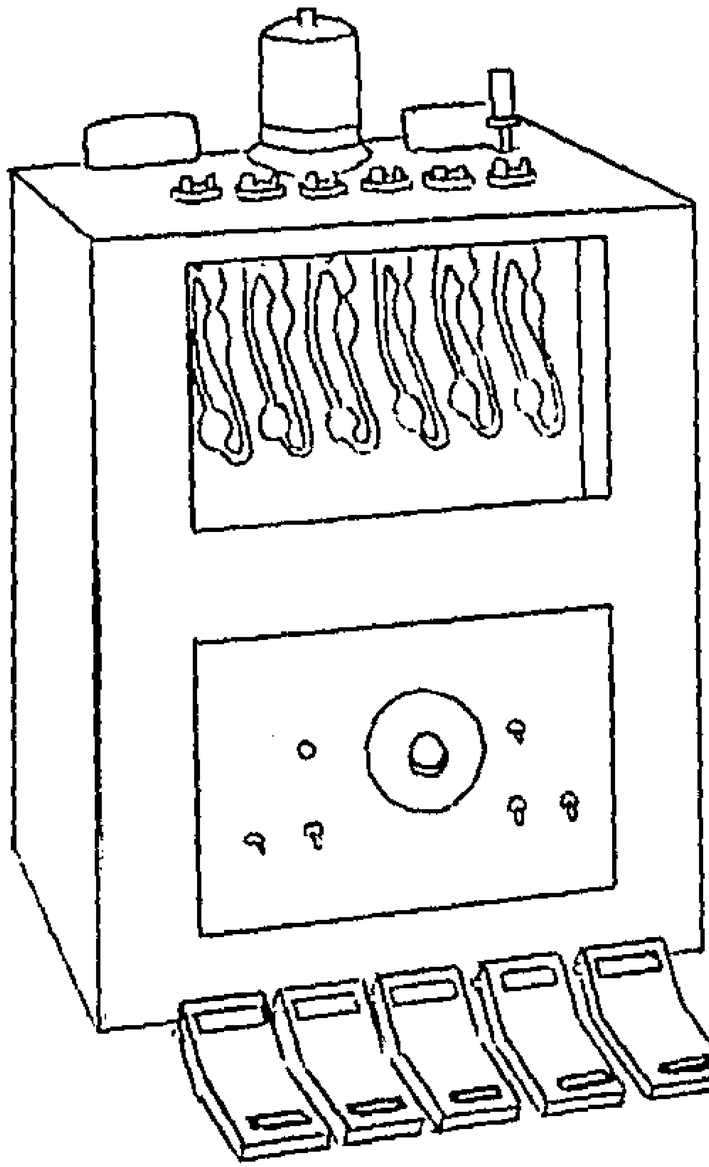
Cronómetro

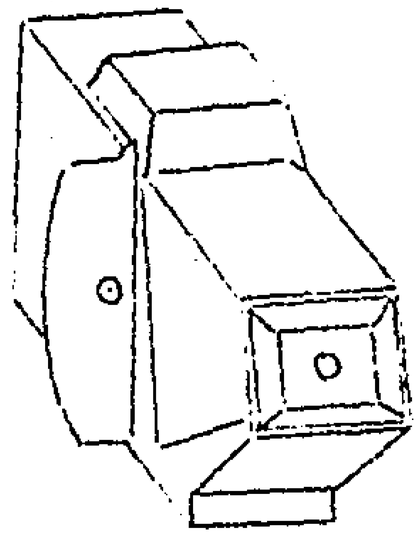
Se ajusta la temperatura del baño, para Tecnol, Neutro ligero - y Neutro a 100°F y para Neutro pesado y pesado a 210°F, el controlador de temperatura no permitirá variaciones mayores de 0.01°C.

En un viscosímetro calibrado limpio y seco, se toma la muestra- del aceite por medio de succión, si el aceite contiene sólidos en suspensión se filtra con una malla No. 200, el viscosímetro se introduce- en el baño durante 10 mínutos,por lo menos,antes de efectuar la prueba, para que la muestra adquiera la temperatura del baño; se sujeta con un soporte para evitar todo movimiento. Para efectuar la determinación - se succiona la muestra hasta 5mm arriba de la marca superior en el - - viscosímetro, cuando el menisco del aceite pase por la marca, se pone- a funcionar el cronómetro que debe tener una exactitud de 0.2 segundos mínimo, se deja fluir libremente la muestra y cuando el menisco llegue a la marca inferior, se para el cronómetro. El tiempo de eflujo no -- debe ser menor de 200 segundos.

La viscosidad cinemática en centistokes (cts) es igual al tiempo de eflujo en segundos por la constante del viscosímetro (a la tem-- peratura a que se efectúa la prueba).

En los laboratorios de PEMEX se reporta la viscosidad cinemática en segundos saybolt universal y la equivalencia entre cts y SSU se lee- en tablas.





UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS

DIAGRAMA DE APARATOS

PRUEBAS DE VISCOSIDAD Y COLOR

MARIA JULIANA DEL C. PUENTE LEON

APÉNDICE 2

Indice de viscosidad:

El índice de viscosidad se calcula por medio de la fórmula:

$$IV = \frac{L - U}{L - H} \times 100 \qquad (1) \qquad \text{ó} \qquad IV = \frac{L - U}{D} \times 100 \qquad (2)$$

donde:

U: viscosidad cinemática en centistokes a 100°F del aceite cuyo índice de viscosidad se desea calcular.

L: viscosidad cinemática en centistokes a 100°F de un aceite de IV = 0 y de la misma viscosidad a 210°F que el aceite probla

H: viscosidad cinemática en centistokes a 100°F de un aceite de IV =100 y de la misma viscosidad a 210°F que el aceite problema.

D = L - H

L y D se leen directamente en tablas buscando su valor con la viscosidad a 210°F de nuestro aceite problema.

Si la viscosidad del aceite a 210°F es mayor de 75.0 centistokes, los valores de L y D se obtienen de:

$$L = 1.01523\ y^2 - 12.1549\ y + 155.61 \qquad (3)$$

$$D = 0.8236\ y^2 - 0.5015\ y - 53.03 \qquad (4)$$

donde, "y" es la viscosidad cinemática en centistokes a 210°F.

PROCEDIMIENTO:

Se determinan las viscosidades del aceite a 100°F y a 210°F en centistokes.

Se buscan en las tablas los valores de L y D, partiendo de la viscosidad a 210°F;si los valores no se encuentran directamente, se calcularan por interpolación lineal.

APÉNDICE 3

Punto de inflamación: Aparato para punto de inflamación Cleveland
Placa metálica
Termómetro de -6 a 400°C

En la copa de prueba del aparato se vacía la muestra hasta la marca, se eliminan las burbujas de la superficie, colocándola sobre la placa metálica y ésta a su vez, sobre la parrilla del aparato, el termómetro - - se sujeta al aparato de tal forma que el bulbo quede dentro de la muestra a 1/4" del fondo de la copa y a la mitad entre el centro y el borde de la misma y se enciende la flama de prueba.

Iniciar el calentamiento de la muestra ajustando la velocidad a -- 14-17°C por minuto, hasta 56°C antes del punto de inflamación esperado, - se continúa el calentamiento a 10°C por minuto hasta 28°C antes y a par-- tir de esta temperatura, a 5-6°C por mín.

A partir de 28°C antes del probable punto de inflamación se aplica la flama de prueba a la superficie de la muestra durante 1 segundo cada - 2°C, se toma como temperatura de inflamación, la lectura en el termómetro cuando aparece un flamazo en cualquier parte de la superficie, cuidando - de no confundirse con un halo azuloso que se forma en ocasiones.

Para presiones menores de 715 mm Hg, se hace una corrección sumando 2°C al resultado hasta 635 mm Hg, de 634 a 550 mm Hg se suman 4°C; --- para presiones menores de 550 mm Hg se suman 6°C.

APÉNDICE 4

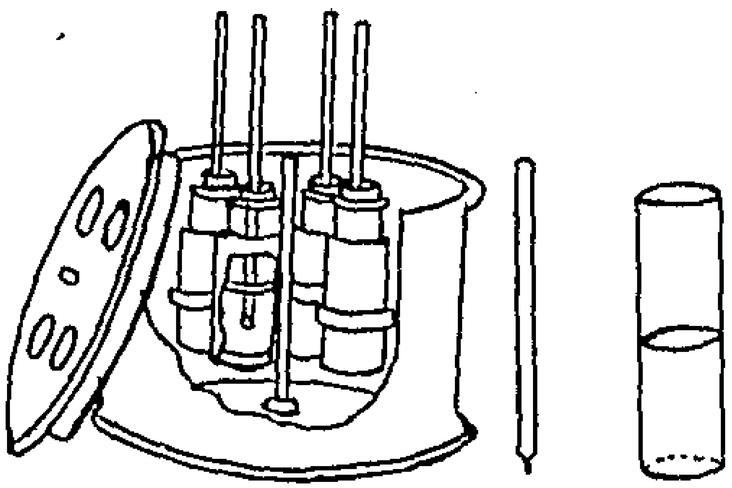
Punto de escurrimiento:

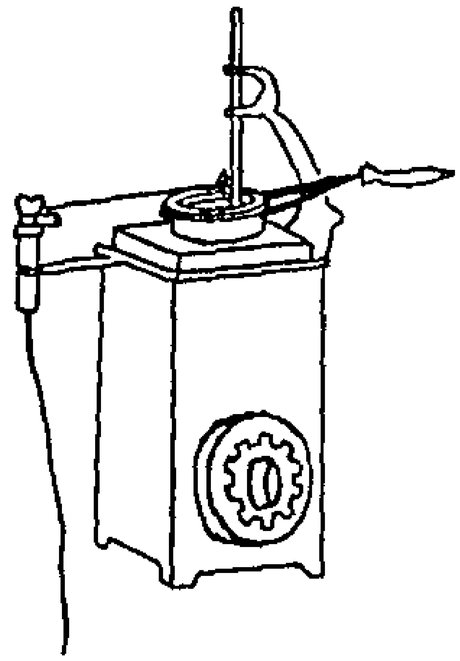
Tubo de prueba
Termómetro de -80 a 20°C
Chaqueta cilíndrica de metal
Tapón, disco y anillo de corcho
Baños de enfriamiento a 7, 0, -18, -32 y -50°C

En un tubo de muestra se vacía la muestra hasta la marca de nivel, se tapa,colocando el termómetro en el centro,con el bulbo completamente-sumergido en la muestra; el tubo se coloca dentro de la chaqueta,evitando contacto directo con ella por medio del disco y el anillo de corcho.

Se introduce la chaqueta en el primer baño de enfriamiento;cuando la muestra tenga 16°C de temperatura, se pasa al segundo baño y cuando - tenga 6°C se pasa al tercero; como consecuencia de este enfriamiento comienza la formación de cristales de parafina, debe evitarse cualquier -- movimiento brusco para evitar la aglutinación de los cristales que ori-- ginan resultados erróneos.

A partir de 9°C antes del punto de escurrimiento esperado se co-- mienza a hacer lecturas cada 3°C, sacando el tubo de la chaqueta e incli nándolo ligeramente para observar algún movimiento. Si a -7°C todavía - se percibe movimiento en el aceite, se pasa al cuarto baño y se siguen - tomando lecturas cada 3°C, cuando el aceite deje de fluir durante 5 se-- gundos en posición completamente horizontal, se toma esta temperatura -- como punto de congelación y se le suman 3°C para obtener la temperatura - de escurrimiento; si el aceite no completa los 5 segundos sin dejar de - fluir,se continúa enfriando y se toma la siguiente lectura despues de -- 3°C.





UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
DIAGRAMA DE APARATOS
PRUEBAS DE ESCURRIMIENTO E INFLAMACION
MARIA JULIANA DEL C. PUENTE LEON

APENDICE 5

Punto de fusión a la gota: Tubos de prueba
Tapón de corcho
Baño de agua
Termómetro de 32 a 127°C

Fúndase la muestra hasta 11°C arriba de su punto de fusión. A continuación se homogeneiza y se vierte en un recipiente de fondo plano. Se enfría el bulbo del termómetro a 4°C, se seca y se introduce rápida y cuidadosamente dentro de la muestra, se saca y se deja enfriar, Cuando la muestra está endurecida, se coloca el termómetro dentro de agua a 16°C durante 5 minutos.

Fijar el termómetro dentro del tubo de prueba, colocar el tubo dentro del baño de agua, que al comenzar la prueba debe tener una temperatura máxima de 16°C, iniciar el calentamiento controlándolo a una velocidad de 1.5°C por mínuto, hasta 38°C; prosiguiendo a razón de 1°C por mínuto hasta que se desprenda del bulbo del termómetro la primera gota de la muestra, que es la temperatura de fusión.

APÉNDICE 6

Aceite en parafinas:

Tubo de filtración.
Baño de enfriamiento a -34°C
Termómetro de -37 a 21°C
Pesafiltros de 15 ml.
Equipo de evaporación a 35°C
Metil-etil-cetona de ind. de refracción de 1.378

Este método se basa en diferencias de peso muy pequeñas, por lo - que debe pesarse con la mayor exactitud y el material debe estar perfectamente limpio y seco.

Se funde la muestra mezclándola completamente con agitación, se - toma la muestra y se vierte dentro del tubo de filtración previamente -- pesado. Para las parafinas de Tecnol, Neutro ligero, Neutro y Pesado se toma un gramo de muestra y para la parafina de Neutro pesado se pesa - - medio gramo.

Pipetear 15 ml de MEK dentro del tubo, sumergir éste en un baño - de agua caliente, mezclando hasta obtener una solución homogénea, se - - enfría la mezcla y se pesa.

El tubo se coloca en el baño de enfriamiento, se agita la mezcla - para evitar que la parafina cristalice hasta que la temperatura de la -- mezcla baje a -31.7°C.

Simultáneamente, se enfría el filtro en el baño dentro de un tubo- limpio, ya frío se introduce dentro del tubo que contiene la mezcla - -- solvente-parafina. Pesar el pesafiltros y ponerlo bajo la boquilla de - salida del filtro.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Aplicar aire a presión al aparato de filtración e inmediatamente- recolectar aproximadamente 4 ml., de filtrado en el pesafiltros; depre-- sionar el aire del tal forma que permita al líquido escurrir despacio -- por la boquilla de salida. Retirar el pesafiltros y pesarlo sin esperar que tome la temperatura ambiente.

Se coloca el pesafiltros bajo una de las boquillas del aparato -- de evaporación, procurando que el flujo de aire quede centrado dentro -- del cuello y que la boquilla esté 1.5 cm sobre la superficie del líquido.

Aproximadamente con 30 mínutos de evaporación se elimina el sol-- vente y se pesa el pesafiltros, repetir la evaporación durante 5 mínutos y pesar nuevamente las veces necesarias hasta que la diferencia entre ca- da pesada no sea mayor de 0.2 milígramos.

El aceite contenido en la parafina se calcula por:

$$\% \text{ Aceite en peso} = \frac{A \times C}{B \times D} \times 100 - 0.15$$

donde:

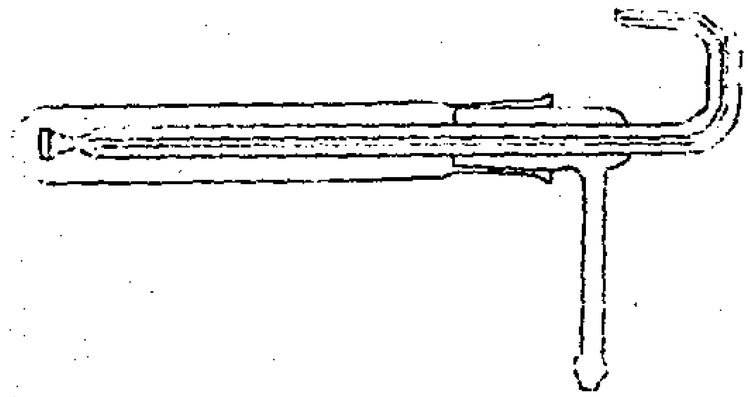
A: Peso del residuo aceitoso en gramos

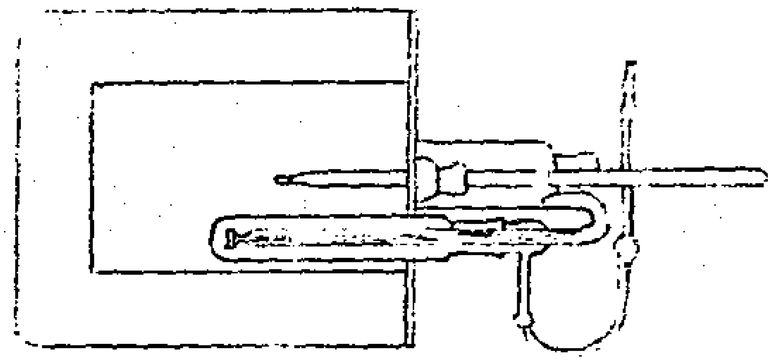
B: Peso de la muestra de parafina en gramos

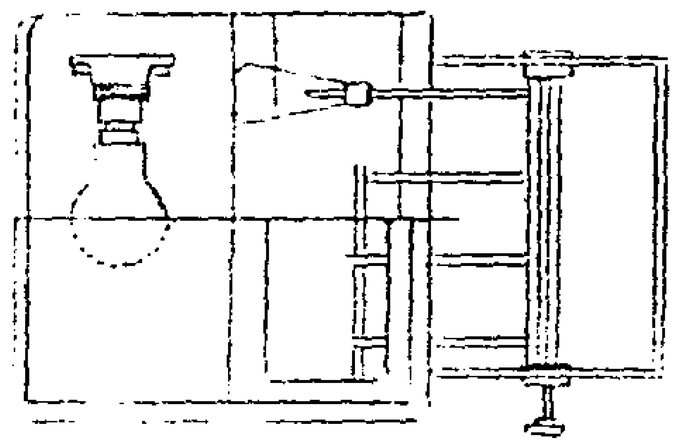
C: Peso del solvente en gramos

D: Peso del solvente evaporado en gramos

0.15: factor promedio de correción de la solubilidad de la parafina en el solvente a - 31.7°C







UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS

DIAGRAMA DE APARATOS

PRUEBA DE ACEITE EN [illegible]
MARIA JULIANA DEL C. PUENTE LEON.