

129  
1<sup>er</sup> ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ANTEPROYECTO DE UNA PLANTA  
REGENERADORA DE ACEITES  
LUBRICANTES USADOS**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**P R E S E N T A**

**JOSE MARCELINO VAZQUEZ MILLAN**



**MEXICO, D. F.**

**1992**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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.

# INDICE

	CAPITULO	PAGINA
	AGRADECIMIENTOS	I
	INDICE	II
I	ANTECEDENTES Y OBJETIVO	1
	ANTECEDENTES	2
	OBJETIVO	4
II	INTRODUCCION	5
	CLASIFICACION DE LOS ACEITES LUBRICANTES	6
	PROPIEDADES DE LOS ACEITES LUBRICANTES	7
	PRUEBAS REALIZADAS A LOS ACEITES LUBRICANTES	11
	CONTAMINANTES DE LOS ACEITES LUBRICANTES	28
	NORMAS	31
	PROCESOS PARA LA REGENERACION	31
III	ESTUDIO DE MERCADO	39
	ANALISIS DEL MERCADO	40
	COMERCIALIZACION DEL PRODUCTO	46
	NIVEL DE PRODUCCION	49
IV	LOCALIZACION DE LA PLANTA	50
	DIVISION TERRITORIAL	51
	MATRIZ DE DECISION	52
	HOJA DE CALCULO	52
	RECONOCIMIENTO DE LA ZONA	56
V	INGENIERIA DEL PROCESO	61
	OPERACIONES UNITARIAS	63
	DIAGRAMA DE FLUJO	68
	BALANCE DE MASA	68
	REQUERIMIENTO DE EQUIPO	73
	BALANCE DE ENERGIA	75
	CONTAMINACION DEL PROCESO IMPLEMENTADO	79
	MEJORAS EN EL PROCESO IMPLEMENTADO	83

**CAPITULO****PAGINA**

<b>VI</b>	<b>INGENIERIA DEL PROYECTO</b>	<b>84</b>
	REQUERIMIENTO DE MAQUINARIA Y PERSONAL	85
	PROYECTO ARQUITECTONICO	86
	SISTEMA ELECTRICO	91
	SEGURIDAD E HIGIENE	99
	PLANIFICACION DE LA EJECUCION DEL PROYECTO	99
<b>VII</b>	<b>INVERSION Y FINANCIAMIENTO</b>	<b>103</b>
	INVERSION	104
	CAPITAL DE TRABAJO	105
	PRESUPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS	106
	VENTAS	110
	FUENTES DE FINANCIAMIENTO	115
	FINANCIAMIENTO	119
	JUSTIFICACION FINANCIERA	121
<b>VIII</b>	<b>ADMINISTRACION Y ORGANIZACION</b>	<b>125</b>
	DESCRIPCION DE PUESTOS	126
	BASE LEGAL	145
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>146</b>
	<b>REFERENCIAS</b>	<b>IV</b>

# **CAPITULO I**

## **ANTECEDENTES**

**Y**

## **OBJETIVO**

## 1.1 ANTECEDENTES

La gran industrialización que se ha dado a lo largo de los dos últimos siglos, no sólo en el país sino en todo el mundo, nos ha llevado a un ritmo acelerado de explotación de recursos naturales e impacto ambiental nocivo.

Específicamente, entre los recursos naturales, tenemos el universo de los hidrocarburos. Hace unas décadas el petróleo y sus derivados eran muy baratos y esto originaba que no se pensara en abatir el consumo de estos o en el uso de fuentes alternas de energía no convencionales, o si se hacían estudios al respecto estos daban resultados infactibles desde el punto de vista económico. Al paso de los años las reservas de hidrocarburos han disminuido a tal grado que México cuenta actualmente con una relación de reservas probadas-producción de 55 años [1]; o sea que al nivel de actual de producción, exploración, explotación, avance tecnológico y situación económica, hay reservas hasta para el año 2045. esto origina que el petróleo así como sus derivados tengan una serie de alzas y bajas desequilibrantes que en muchas ocasiones son acompañadas por conflictos bélicos, medidas económicas y políticas y que han llegado a transtornar el desarrollo de países, como es el caso de México. Lo anterior ha dado, desde hace unas décadas, hincapié en el ahorro y conservación de energía por medio de la creación de organismos a nivel mundial que se encargan de ver la forma de economizar y aprovechar al máximo los recursos energéticos, a nivel nacional estos organismos están en varias de las dependencias gubernamentales más importantes (CFE, PEMEX, IMP, IIE) y también empresas particulares tienen departamentos especializados en este rubro (Celanese, Condumex, Industrias Vitro, Resistol, etc.)

Contemplando el rubro del impacto ambiental, vemos que la misma industrialización nos ha orillado a un cambio radical en nuestro medio ambiente. Manteniendo la línea de trabajo de los hidrocarburos, considero que nunca o casi nunca se había pensado en el simple hecho de que se extraía un material de la corteza terrestre; se industrializaba; y se regresaba a la naturaleza pero con otras características y sobre todo en otros lugares ajenos a su explotación, independientemente de los derrames en buques tanque, fugas en pozos, etc.

Si limitamos el universo de los hidrocarburos, a un conjunto de lubricantes y si analizamos con más detenimiento nuestro contorno, se encontrará fácilmente que unos de los medios de contaminación es sin duda la industria y los vehículos automotores. Es posible que sólo se piense inmediatamente en las chimeneas, escapes y desperdicios industriales que generan estos rubros, pero nunca en que las industrias necesitan maquinarias que al igual que la de los vehículos requieren para su adecuado funcionamiento de aceites lubricantes. Estos aceites lubricantes tienen un período útil limitado por las condiciones de trabajo y por sus propiedades intrínsecas por lo que es necesario realizar cambios periódicos para asegurar su buen estado.

Además de ser un energético no renovable, el aceite lubricante usado se considera un desperdicio de difícil desecho que contribuye con el 40% del total de contaminantes aceitosos en vías fluviales y puertos [2], dadas sus características dañinas al medio ambiente.

- Forma películas superficiales en ríos, lagos y mares que impiden la transferencia de oxígeno y disminuyen su contenido en el agua e impiden el paso de la luz.
- Cubren las agallas de peces, impidiendo su respiración.
- En las aves apelmasa las plumas, impidiendo su vuelo.
- Contamina las tierras, impidiendo el crecimiento de las plantas.
- Cuando su almacenamiento y manejo no es controlado puede llegar a contener materiales muy peligrosos como son : el arsénico, bario, cadmio, plomo, zinc, solventes clorinados y otros compuestos orgánicos.

Estas y otras características más hacen imperiosa la regulación de este desperdicio. Pero Usted se preguntara ¿qué se le hace entonces al aceite usado? siendo éste un residuo peligroso para la salud y con un gran impacto ambiental si no es controlado. Pues bien, el aceite usado se utiliza en diferentes industrias para la fabricación de grasas, pinturas, herbicidas, como paliativo contra el polvo y también como combustible; sin embargo estas empresas recalcantan tan sólo menos del 10% de la cantidad de aceite sucio disponible en el país [2]. Esto implica que el 90% restante se tira o en el mejor de los casos es arrojado al drenaje, y que no por ser el drenaje es la mejor solución pues esto genera problemas en el equipo e instalaciones de bombeo repercutiendo no sólo en la economía de la entidad federativa o departamento de aguas negras e industrias sino en la economía del propio país por el mal uso que se le esta dando a sus recursos naturales no renovables, sin contar claro esta en toda la contaminación desprendida ya que finalmente estas corrientes desembocarán en algún lado. Además cuando se usa como combustible, su quema debe ser asistida ya que por si solo no puede mantener la ignición y crea problemas con el equipo de inyección y quema de combustible.

Imaginemos, para darnos una idea más concreta del problema que representa la contaminación producida por este "desperdicio", que en un determinado momento se arrojase a la cañería todo el aceite que se extrajerá del cárter de los automóviles en un día, esto representaría un problema serio para los servicios de drenaje ya que estaríamos hablando de tirar al drenaje una producción de magnitudes estratosféricas. Citando a la Ciudad de México, esta ciudad tiene una población vehicular de 2.3 millones [3] y calculando a grandes rasgos un promedio de 5 litros de aceite por automóvil, que para una buena lubricación se requiere cambiar el aceite cada 5 mil km (aproximadamente cada 4 meses), tenemos que serían 34.5 millones de litros por año (sin contar los de las industrias, máquinas de ferrocarril, flota marina, aeronaves, etc), mismos que estamos desperdiciando dada su capacidad de reciclaje y provocando los problemas antes mencionados.

Aunado a todo esto, tenemos que en México durante los últimos 8 años (1983 - Nov. 1990) hubo un consumo aparente de lubricantes de 34.583 millones de barriles, del cual 20.860 millones de barriles (60.3%) se produjeron; 13.798 millones de barriles (39.9%) se importaron y tan solo 75 mil barriles (-0.2%) se exportaron [4][5]. El valor de la importación de lubricantes (1983 - Nov. 1990) fue de 666.956 millones de dólares, mientras que las exportaciones tuvieron un valor de 4.181 millones de dólares [4][5]. Como se puede observar la balanza comercial es desfavorable para México y si le damos mal uso a este producto, en nada beneficiamos la inestable situación económica en la que se encuentra nuestro país.

A pesar de todo, el panorama no es del todo malo, pues es necesario mencionar que existen varias técnicas para la purificación, en menor o mayor grado, de los aceites lubricantes y que actualmente hay varias firmas que se dedican a la purificación de este residuo, siendo una de las más importantes Texaco. Este tipo de compañías tuvieron una remuneración total de \$ 32,645 millones M.N. en 1989 [6].

Con la explicación anterior se concluye que los tres puntos tratados, agotamiento de los recursos naturales, contaminación y fuga de divisas, apoyan con suficiente solidez el establecimiento de una empresa regeneradora o recicladora de aceites lubricantes usados. Además, se debe tener en cuenta que este estudio puede dar a luz medios para luchar tanto; contra la contaminación, generada por dicho "desperdicio"; agotamiento de recursos naturales nacionales, al darle a estos un mal aprovechamiento; como contra la pérdida de divisas, ocasionada al importar este tipo de producto.

Para poder demostrar la generosidad de una inversión de este tipo, se tratan más a fondo los puntos citados en los diferentes capítulos de este trabajo.

## 1.2 OBJETIVO.

El objetivo de este trabajo es presentar un anteproyecto de un sistema de regeneración de aceites lubricantes usados optimizado de los ya existentes y mostrar un panorama financiero de una empresa de este tipo, desde su creación, con 30 años de horizonte de producción.

## **CAPITULO II**

### **INTRODUCCION**

Con el objeto de dar una visión más amplia del producto que se va a manejar y del proceso que se implementará, se explicará lo que son los aceites lubricantes, las pruebas que se les aplican, normas con las que deben cumplir dichas pruebas, contaminantes y procesos de regeneración ya existentes.

## 2.1 CLASIFICACION DE LOS ACEITES LUBRICANTES

Los aceites lubricantes estan compuestos básicamente por dos partes la primera es el aceite base generalmente de origen mineral, cuya amplia gama de propiedades intrínsecas permite combinarlos para obtener los aceites requeridos. Y la segunda, los aditivos que son compuestos químicos que son desarrollados para proveer a los lubricantes de ciertas propiedades adicionales como detergencia, antioxidación, anticorrosión, etc. [7]. De conformidad con lo anterior los aceites lubricantes se pueden clasificar de la siguiente forma.

### 2.1.1 Según su origen

Dividiremos los lubricantes en naturales y sintéticos. Dentro de los naturales puede establecerse su procedencia, animal, vegetal o mineral.

Entre los aceites lubricantes de origen animal tenemos los siguientes: cera de abeja, estearina, blanco de ballena, de tocino, de pezuña de buey, carnero o caballo, de pescado, de esperma de ballena, sebos, lanolina. Del reino vegetal: resinas y ceras vegetales, de lino, de algodón, de colza, de recino, de palma, de palmiste, de copra, de coco [7].

Un aceite mineral destilado de los crudos petrolíferos o bien de pizarras bituminosas, es una mezcla compleja de hidrocarburos del tipo  $C_nH_m$ , es decir, que cada molécula del mismo está compuesta por  $n$  átomos de carbono y  $m$  átomos de hidrógeno. Pero la dificultad existente para su definición analítica, estriba en que para un mismo hidrocarburo con igual número de átomos de carbono e hidrógeno en su composición molecular, existe una gran cantidad de isómeros, es decir, moléculas con los átomos agrupados con distinta configuración total, lo que hace cambiar por completo las propiedades físicas y químicas del producto. Sin embargo se puede seguir la siguiente clasificación: parafínicos, nafténicos, aromáticos, asfálticos, parafínicos-nafténicos, nafténicos-aromáticos, parafínicos-nafténicos-aromáticos, aromáticos-asfálticos.

En el último decenio, las exigencias de algunas máquinas y determinados mecanismos, han sobrepasado las posibilidades que como lubricantes nos ofrecen los aceites derivados del petróleo y esto ha obligado a los investigadores y técnicos de lubricación al estudio y formulación de lubricantes sintéticos, cuya importancia y aplicación sigue en constante aumento.

### **2.1.2 Según su estado físico**

En gaseosos, líquidos y sólidos.

### **2.1.3 De acuerdo a su composición química**

En orgánicos e inorgánicos.

### **2.1.4 De acuerdo con sus componentes**

En compuestos químicos, mezclas, compuestos homogéneos y heterogéneos.

## **2.2 PROPIEDADES DE LOS ACEITES LUBRICANTES**

Los aceites lubricantes son hidrocarburos de alto peso molecular y estructuras complejas que se obtienen de la refinación del petróleo. Las propiedades de los lubricantes dependen fundamentalmente de la fuente del crudo base y de los aditivos que se hayan agregado al lubricante [8]. De las propiedades más importantes tenemos las siguientes.

### **2.2.1 Viscosidad**

La viscosidad es indudablemente la propiedad más importante de un aceite lubricante. La viscosidad determina la fricción fluída o sea la resistencia interna al desplazamiento que ofrece el líquido, en el caso del aceite determina además la capacidad de soportar una carga.

La viscosidad influye mucho en el grado de fuerza motriz que es absorbida por la fricción fluída y en la intensidad del calor que se genera en los cojinetes por dicha fricción. También regula el efecto de cierre de la película de aceite entre paredes del cilindro y los aros del pistón e influye en el consumo de aceite.

Para cualquier máquina con unidad motriz, bajo un determinado conjunto de condiciones, un aceite de viscosidad correcta debe considerarse como el punto más importante para obtener resultados satisfactorios.

### **2.2.2 Índice de viscosidad**

Los productos del petróleo, al igual que otros líquidos con el cambio de temperatura alteran su viscosidad; se espesan con el frío y se adelgazan con el calor. Los aceites deben abarcar una escala muy variada según los diferentes tipos de usos que tengan. El índice de viscosidad es un número empírico que mide el grado de variación de un aceite con relación a la temperatura. Un índice de viscosidad bajo significa un cambio relativamente grande, motivado por la temperatura, mientras que un índice de viscosidad alto muestra un cambio relativamente pequeño en la viscosidad, debido a la temperatura. El índice de viscosidad no puede ser usado para medir ninguna otra cualidad de un aceite.

### **2.2.3 Gravedad o peso específico**

Los productos líquidos derivados del petróleo se venden por volumen y para determinar el volumen correcto debe conocerse el peso específico. El peso específico es la relación del peso en el aire, de un volumen fijo, de un material a determinada temperatura, y el peso del mismo volumen de agua destilada a la temperatura fijada. En el caso de los aceites lubricantes, como son más ligeros que el agua este valor resulta ser menor que uno, usándose para el control de las especificaciones la lectura en grados API (+).

Esta escala arbitraria en la cual el peso específico del agua se toma como 10. Los líquidos más ligeros que el agua tienen, valores mayores de 10 y los líquidos más pesados que el agua tienen valores abajo de 10.

Esta propiedad es importante en la fabricación de aceites, ya que por ser rápida y fácil de realizarse permite controlar los procesos de elaboración, además de ser una característica muy definida de cada tipo de lubricante.

### **2.2.4 Punto de congelación y de escurrimiento**

Para asegurar una afluencia continua a las partes a lubricar, los aceites deben mantener su carácter fluido a la temperatura más baja que pueda tener su servicio. El punto de congelación de un aceite es la temperatura más baja a la cual un aceite fluye bajo condiciones especiales, cuando es enfriado en forma progresiva y sin agitación. Así es como, dicha propiedad nos da una idea de la temperatura a la cual el aceite lubricante se vuelve sólido.

Por simple definición el punto de escurrimiento es 2°C más alto que el punto de congelación.

### **2.2.5 Punto de nebulización**

El punto de nebulización de un aceite es la temperatura a la cual la parafina, u otro compuesto solidificable presente en el aceite, empieza a cristalizarse o a separarse de la solución cuando el aceite es enfriado bajo condiciones específicas. Los aceites que están libres de parafina o que contienen pequeñas cantidades, como los aceites nafténicos, no muestran punto de nebulización.

### **2.2.6 Punto de flamación**

Esta propiedad es la que determina la temperatura en la cual un lubricante al ser calentado desprende vapores suficientes que se flaman momentáneamente (destello), al pasar una flama sobre la superficie. Es importante entre otras cosas porque con esta propiedad se puede conocer si el lubricante está contaminado con algún solvente volátil el cual tendrá un punto de ignición muy bajo, basado en esto podemos decir que el punto de flamación no es un índice de la volatilidad del total del aceite, sino de las fracciones más livianas contenidas en el mismo aceite lubricante.

La temperatura de ignición se localiza cuando al pasarse la citada flama continúa ardiendo por lo menos 5 segundos más la muestra.

#### **2.2.7 Punto de ignición**

La temperatura de ignición de un combustible, en este caso de un lubricante, es la temperatura a la cual al momento de aplicación de una flama produce un chispazo muy claro en el interior del recipiente. No se debe confundir con la temperatura de flamación, ya que esta última es mucho más leve que la de ignición.

La temperatura de ignición es usada para indicar el desprendimiento de vapores flamables, y pérdidas por evaporación de los productos del petróleo, en condiciones de altas temperaturas de operación.

#### **2.2.8 Residuo de carbón**

Esta propiedad tiene como finalidad establecer un índice de la cantidad de residuos de carbón que deja un aceite después de someterlo a un calentamiento extremo en ausencia de aire. Esta propiedad indica la cantidad de depósitos de carbón que un aceite de petróleo formará bajo condiciones extremas de calor seco. Mientras mayor es su viscosidad, mayores son las cantidades de residuos de carbón que dejan los aceites lubricantes.

#### **2.2.9 Tendencia del aceite a carbonizarse**

La propiedad de la tendencia del aceite a carbonizarse tiene como fin determinar la tendencia de los aceites a formar productos de descomposición sólidos, cuando se ponen en contacto con superficies a temperaturas elevadas. Es así como se pueden determinar a que temperaturas se empiezan a formar productos de descomposición y cuanto tiende a aumentar a otras temperaturas más elevadas de trabajo.

#### **2.2.10 Residuos sulfatados**

Es aplicable a aceites usados o nuevos, e indica la concentración de metal (excepto plomo) en las muestras tomadas. Además puede inferirse si el aceite contiene la cantidad apropiada de aditivos. Los residuos sulfatados de aceite nuevo y los del mismo aceite después de usarlo, pueden indicar el agotamiento del aditivo en los motores de combustión interna; exceptuando los que queman combustibles con plomo (como es el caso de las gasolinas que contienen naftenato de plomo).

#### **2.2.11 Número de neutralización.**

Muestra los cambios relativos en un aceite, bajo condiciones de oxidación. Mide el desarrollo de productos perjudiciales en los aceites lubricantes.

#### **2.2.12 Número de precipitación**

Los aceites con el uso llegan a contener materiales sólidos ajenos, del mismo sistema de lubricación o por una contaminación externa, por lo tanto la prueba de número de precipitación servirá para constatar la presencia o no de materiales ajenos. Esta propiedad indica la cantidad de material insoluble en nafta de precipitación y también incluye productos de oxidación que se encuentra en el aceite usado.

#### **2.2.13 Agua y sedimento**

Además de materiales sólidos el aceite contiene agua, esta propiedad cuantifica el agua y sedimento con material oxidado acumulados por el aceite durante el servicio. Indica de esta forma la condición del aceite en servicio.

#### **2.2.14 Demulsibilidad dinámica**

Esta propiedad indica la capacidad de un aceite para separarse del agua bajo condiciones reales de circulación. La velocidad de separación de agua y aceite es importante en los sistemas de circulación de aceite en donde se encuentra el agua como contaminante primordial.

#### **2.2.15 Emulsión con agua**

Al igual que la propiedad anterior, indica la capacidad de un aceite para separarse del agua pero bajo condiciones estáticas. La velocidad de separación de agua y aceite es importante en los sistemas de almacenamiento de aceite en donde se encuentra el agua como contaminante primordial.

#### **2.2.16 Emulsión con vapor**

Indica el tiempo que debe transcurrir para que un aceite sin aditivos se separa después que ha sido emulsificado. La resistencia a la emulsificación es muy importante en los aceites para turbinas de vapor y maquinaria que opere o este en contacto con vapor.

#### **2.2.17 Agua en el aceite**

Es la cantidad de agua acumulada por el aceite mientras presta su servicio. Indicando de esta forma única y exclusivamente la cantidad de humedad.

Estas últimas cinco propiedades parecen ser repetitivas, pero no es así. Cada una de ellas da distintas características de los aceites a diferentes formas de contaminación, aunque el medio contaminante sea siempre el agua.

### **2.2.18 Oxidación de aceites inhibidos**

Sirve para medir la resistencia de los aceites con aditivos a la oxidación, tomando en cuenta el cambio de acidez del aceite por la absorción del oxígeno. Esta reacción origina ácidos y lodos.

También puede medirse la cantidad de oxígeno que se consume en la reacción

### **2.2.19 Color**

El color en los productos del petróleo vistos a través de la luz, varía desde casi el incolor hasta el negro. Estas variaciones de color obedecen a la diferencia de los crudos, a las distintas viscosidades y a los diversos métodos usados durante la refinación. La utilidad práctica del color en los aceites lubricantes, es simplemente la de un control de la producción y la de un índice de uniformidad para el fabricante.

### **2.2.20 Detergencia**

Este término define la propiedad que presentan ciertos aceites de dispersar o mantener en suspensión partículas de hollín y otros productos de descomposición del combustible o del aceite lubricante.

## **2.3 PRUEBAS QUE SE REALIZAN A LOS ACEITES LUBRICANTES**

Para lograr un eficaz control de nuestro proceso de reacondicionamiento del aceite lubricante usado, de manera que se cubran satisfactoriamente todas y cada una de las propiedades antes mencionadas dentro de los márgenes requeridos, se llevará a cabo para cada uno de los lotes recibidos así como en cada parte del proceso que lo requiera las siguientes pruebas.

Es necesario realizar dichas pruebas, pues en la literatura no existe información alguna de valores característicos de las propiedades mencionadas con anterioridad para aceites lubricantes usados. En la siguiente información se darán valores característicos de dichas propiedades, pero son para aceites vírgenes.

Aunque estos valores son para aceites minerales "vírgenes" o nuevos, se tomarán como base para los balances de masa, energía y diseño de equipo. Esto hace ver, la necesidad de investigar y llegar completamente a la experimentación con este tipo de productos.

### 2.3.1 Viscosidad cinemática

Se mide el tiempo para que una cantidad fija de la muestra contenida en un viscosímetro de vidrio, fluya a través de un capilar calibrado bajo una reproducible del líquido y a una temperatura bien controlada. El viscosímetro seleccionado debe dar un tiempo de flujo mayor de 200". La viscosidad cinemática se calcula partiendo del tiempo de flujo obtenido. Los viscosímetros se calibran usando aceites estándar que tienen viscosidades establecidas por referencia al agua, en viscosímetros maestros o por comparación directa con viscosímetros cuidadosamente calibrados. La temperatura en el baño debe mantenerse a más o menos 17°C. La unidad es el centistoke (cs) [8]. La lectura tomada se convierte por medio de la constante del viscosímetro a la equivalente en viscosidad cinemática. Ver la Figura 2.1 .

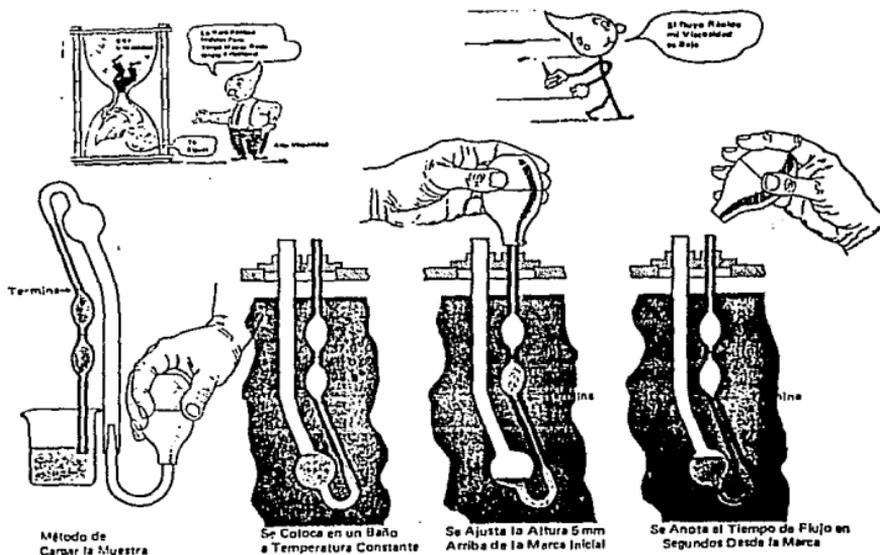


Figura 2.1

Resultados típicos de viscosidad (S.U. a 40°C): SAE 10W, 38.0; SAE 20W, 75.5; SAE 30, 123.0; SAE 40, 188.0; SAE 50, 291.5; SAE 60, 345.0 [9].

### 2.3.2 Índice de viscosidad

Si el índice de viscosidad es bajo, menor de 60, indica un cambio grande de viscosidad con la variación de la temperatura y un índice alto, mayor de 95, significa un cambio pequeño [8].

El índice de viscosidad de un aceite se calcula con la siguiente relación:

$$IV = (L-U)/(L-H) \times 100 \quad (2.1)$$

donde:

U = viscosidad a 37.8 °C del aceite al que se le va a calcular el índice de viscosidad.

L = viscosidad a 37.8°C de un aceite de índice 0 de viscosidad, que tiene la misma viscosidad a 98.9°C que el aceite al que se le va a calcular el índice de viscosidad.

H = viscosidad a 37.8°C de un aceite de índice 100 de viscosidad, que tiene la misma viscosidad a 98.9°C que el aceite al que se le va a calcular el índice de viscosidad.

En la Figura 2.2 se muestra una gráfica para obtener el índice de viscosidad en diversos tipos de aceite.

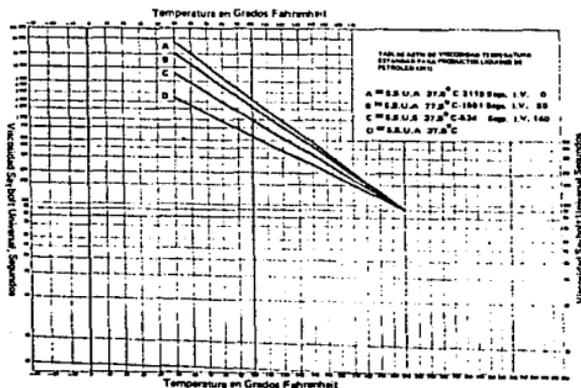


Figura 2.2

Resultados típicos de índice de viscosidad aproximados: SAE 10W, 90; SAE 20W, 90; SAE 30, 90; SAE 40, 90; SAE 50, 90; SAE 60, 90 [9].

### 2.3.3 Peso específico

La determinación del peso específico del petróleo crudo y de sus derivados puede realizarse a temperaturas entre  $-32^{\circ}\text{C}$  y  $90^{\circ}\text{C}$ .

Se pone la muestra dentro de una probeta adecuada y se elimina la espuma formada en la superficie por medio de un pedazo de papel filtro o con la punta de un alambre caliente. Se introduce el hidrómetro con suavidad en el líquido hasta que caiga libremente, dándole tiempo suficiente para que se fije; tomándose entonces la lectura en la escala del hidrómetro al nivel del líquido, anotando la temperatura que indica el termómetro ya sea el que lleva integrado el hidrómetro o con otro por separado, ver la *Figura 2.3*. El valor encontrado debe ser corregido a la temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$  (o a  $15.5^{\circ}\text{C}$  si se determina en  $^{\circ}\text{API}$ ) valiéndose de las tablas adecuadas o de la siguiente ecuación [8].

$$^{\circ}\text{API} = 141.5/\text{Peso específico} - 131.5 \quad (2.2)$$

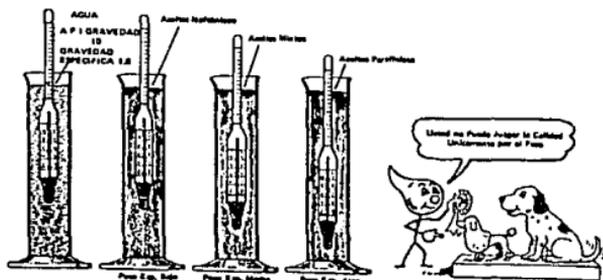


Figura 2.3

Resultados típicos aproximados de densidad ( $^{\circ}\text{API}$ ): SAE 10W, 30.2; SAE 20W, 28.8; SAE 30, 27.7; SAE 40, 27.0; SAE 50, 26.0; SAE 60, 25.4 [9].

### 2.3.4 Punto de congelación y escurrimiento

Para determinar el punto de congelación, la muestra de aceite se enfría en el tubo especial bajo condiciones establecidas, la temperatura se observa cada  $2^{\circ}\text{C}$  hasta que no se note movimiento en la superficie del aceite; cuando el tubo se sostiene en posición horizontal durante 5 segundos, ver *Figura 2.4*. Este punto se toma como punto de congelamiento o solidificación y por definición la temperatura de escurrimiento se toma  $2^{\circ}\text{C}$  más alta que el punto de congelación.

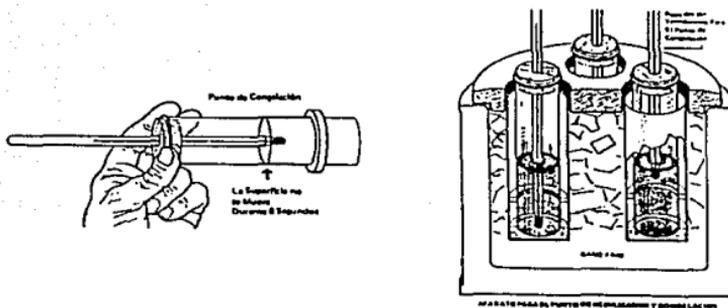


Figura 2.4

Resultados típicos de punto de escurrimiento máximos (°C): SAE 10W, -30; SAE 20W, -20; SAE 30, -18; SAE 40, -15; SAE 50, -9; SAE 60, -7 [9].

### 2.3.5 Punto de nebulización

Para determinar el punto de nebulización se coloca la muestra de aceite, que debe estar libre de humedad, en el tubo de prueba y se enfría por pasos progresivos. Cuando la inspección de la muestra revela un nublamiento en el fondo del tubo, se anota la temperatura a que corresponde la nebulización. Ver Figura 2.5.

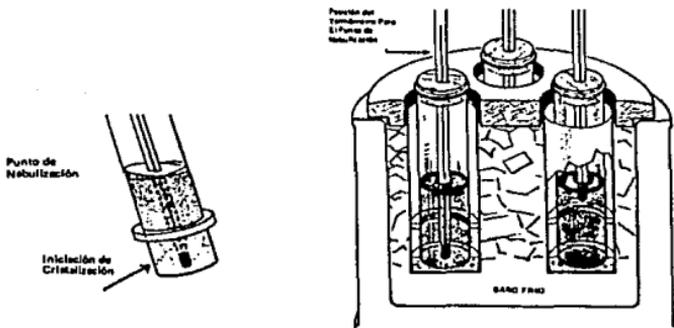


Figura 2.5



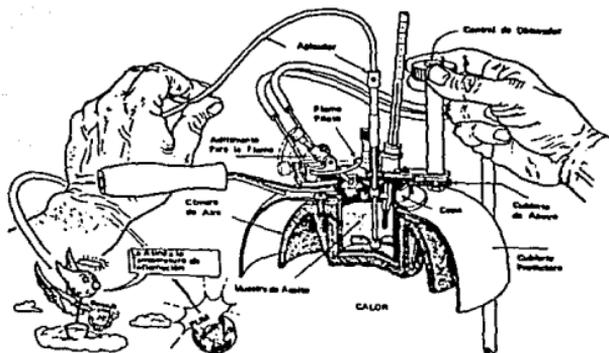


Figura 2.7

Resultados típicos de punto de ignición (°C): entre 120 y 260 (8).

### 2.3.8 Residuo de carbón

Se coloca una cantidad de aceite previamente pesada, en un crisol de porcelana, el cual a su vez se coloca en un crisol de hierro que tenga una tapa bien ajustada con una pequeña abertura horizontal. Los crisoles se instalan dentro de un tercer crisol más grande, también provisto de una tapa, ver Figura 2.8. Este conjunto se coloca encima de un soporte de alambre tapándose con una tolva los crisoles. Se suministra calor mediante un mechero a ciertas temperaturas preestablecidas. Después de 30 minutos se quita el crisol de porcelana, se enfría en un secador y se pesa.

El porcentaje de carbón de calcula de la siguiente forma.

$$\% \text{ Residuos de Carbón} = W_{\text{residuo}}/W_{\text{muestra}} \times 100 \quad (2.3)$$

donde :

$W_{\text{residuo}}$  = Peso del residuo (g)

$W_{\text{muestra}}$  = Peso de la muestra (g)

### 2.3.9 Tendencia del aceite a carbonizarse

Se coloca un panel de aluminio para pruebas, previamente pulido en acabado mate y pesado, se aprieta, ver Figura 2.9. Se cargan 350 cc del aceite de prueba al cuerpo del carbonizador, y el tubo graduado del cristal también se llena hasta la marca cero con aceite del que se va a probar.

Se arma el aparato, los termocoples se colocan en posición correcta, calentándose el panel a la temperatura deseada. Después de alcanzar el equilibrio de temperatura se pone el interruptor de tiempo para una prueba de 6 horas y se arranca el motor del salpicador.

Transcurrido el período de prueba, se retira el panel de aluminio, se enfría, se lava con éter de petróleo, se seca y se pesa. La diferencia en peso se reporta como un valor de carbonización. También se debe reportar la cantidad de aceite consumido durante la prueba.

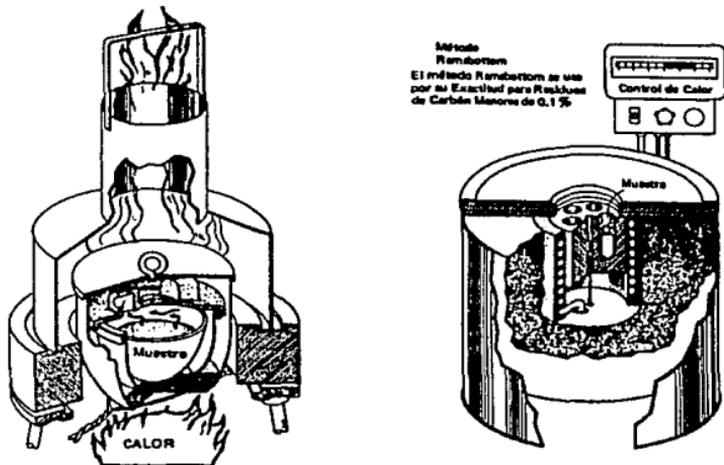


Figura 2.8

Resultados típicos de tendencia a la carbonización (depósito en mg, aceite consumido en cc) [8]:

	a 315°C		a 350°C	
	Depósito	Ac. Cdo.	Depósito	Ac. Cdo.
Ac. S/Aditivo	350	50	75	150
Ac. C/Aditivo	0.7	5	13.5	100

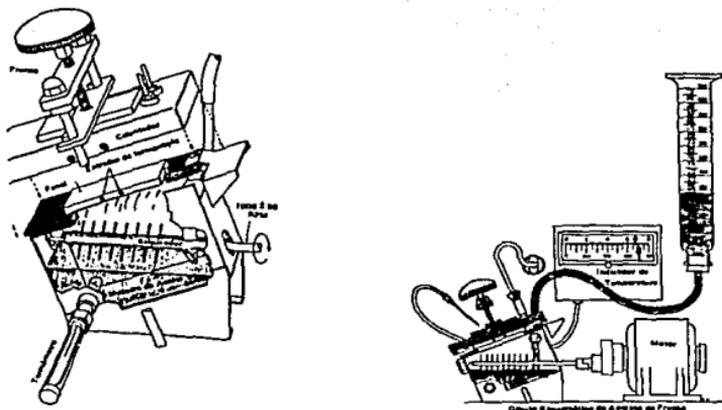


Figura 2.9

### 2.3.10 Residuos sulfatados

Quémese el plato de evaporación de 700 a 800°C durante 10 minutos o más. Después se enfría a temperatura ambiente en un secador y se pesa. Se deposita en el plato 10 0.1 g de la muestra anterior. El plato de evaporación se calienta con un mechero hasta que el contenido se incendie y queme fácilmente; luego, se cambia el plato y el contenido inflamado a otro plato caliente, este último debe mantenerse a una temperatura tal que la muestra siga quemándose a velocidad uniforme y moderada, dejando solamente ceniza y carbón al cesar la combustión. Se enfría y humedece completamente el residuo con la cantidad más pequeña posible de ácido sulfúrico concentrado. Cuidadosamente debe seguirse calentando el plato a una temperatura baja sobre el mismo, sin salpicar, hasta que ya no se produzcan humos de  $H_2SO_4$ , hecho esto, la mufla se enfría aproximadamente a 300°C, se coloca el plato en el horno y se aumenta la temperatura gradualmente a 550°C continuando la ignición hasta que la oxidación sea prácticamente completa.

Retírese el plato del horno, enfríese a la temperatura ambiente, agregando de 2 a 3 gotas de agua destilada y de 5 a 10 gotas de ácido sulfúrico al 60%, ver la Figura 2.10. Nuevamente se calienta a baja temperatura hasta que ya no se produzcan humos de  $H_2SO_4$ . Se enfría el horno a 300°C y de nuevo se quema el plato aumentando gradualmente la temperatura gradualmente a 775°C manteniéndose a esa temperatura durante 25 o 30 minutos.

Repetir la operación hasta que los residuos no varien en 1 mg. La muestra debe ser colocada a través de una tela de alambre de 100 mallas por pulgada cuadrada antes de procesarla.

Resultados típicos de residuos sulfatados: los resultados típicos en aceites nuevos estarán en una escala de 0 a 2.5% por peso. Para un tipo dado de aditivo detergente, el residuo sulfatado de un aceite aumenta conforme se aumenta la dosificación de este aditivo. Sin embargo, la cantidad de residuo sulfatado, no tiene reacción con el nivel de aceite [8].

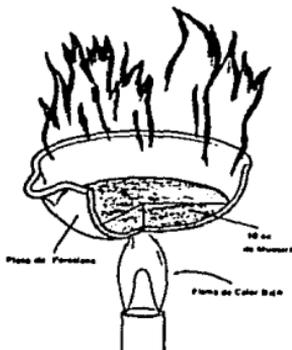
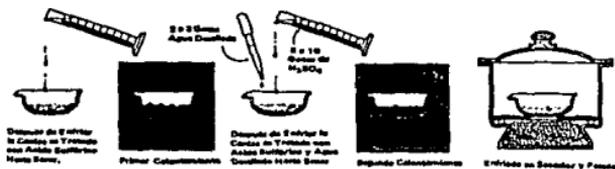


Figura 2.10

### 2.3.11 Número de neutralización

Una cantidad, previamente pesada, de muestra en solvente es titulada con una solución alcohólica de hidróxido de potasio normal hasta un punto final definido, ver Figura 2.11. El indicador es una solución alfa-naphtholbenzina. El cambio de color es naranja a verde o verde azulado.

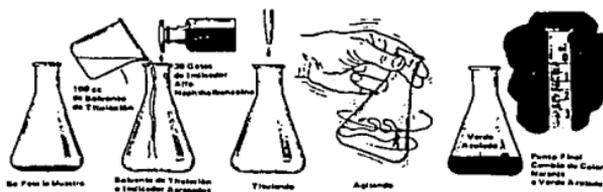
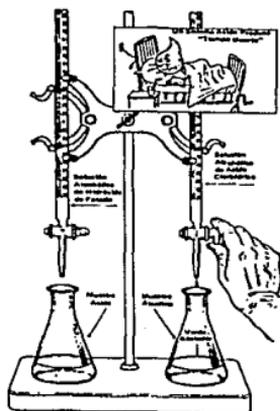


Figura 2.11

Si al agregar el indicador el color que presenta la muestra es verde o verde azulado la titulación se hará con una solución alcohólica de ácido clorhídrico y se obtendrá color naranja. El número de neutralización se calcula de la siguiente forma:

$$N = 5.61 \times S/W \quad (2.4)$$

donde :

S = Total de solución empleada (cm<sup>3</sup>)

W = Peso de la muestra (g)

### 2.3.12 Número de precipitación

El número de precipitación es la cantidad, en mililitros de precipitado, formada cuando 10 cc de la muestra se mezclan con 90 cc de nafta y se centrifugan a 1500 rpm bajo condiciones preestablecidas. Una cantidad, previamente medida, de muestra y solvente se colocan en tubos de centrifugado, ver Figura 2.12, calentados a 35°C con nafta o 49°C si es benzol, para luego centrifugarlos a 1500 rpm durante 10 minutos. Se registra la lectura en cc de precipitado. Se repite el procedimiento tres ocasiones consecutivas hasta que no se registra aumento en la lectura del precipitado.

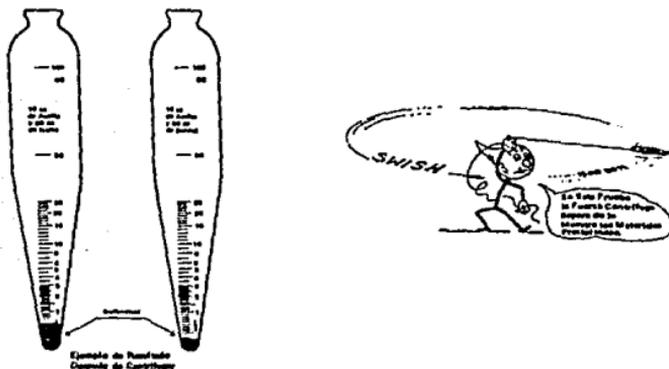


Figura 2.12

### 2.3.13 Agua y sedimento

Una cantidad medida de muestra y solvente (idem 2.3.12), ver Figura 2.13, se coloca en tubos de centrifugación, se calienta a 35°C con nafta, 49°C con benzol, y luego se centrifuga a 1500 rpm durante 10 minutos. Debe leerse y registrarse el volumen de precipitado en el fondo del tubo. Nuevamente se colocan los tubos en la centrifugadora y se repite la operación hasta que la lectura permanezca constante tres veces consecutivas.

La diferencia entre los números de precipitación nafta y benzol muestran cuando los materiales son insolubles en nafta y presentan oxidación; en cambio son insolubles en benzol sin presentar oxidación.

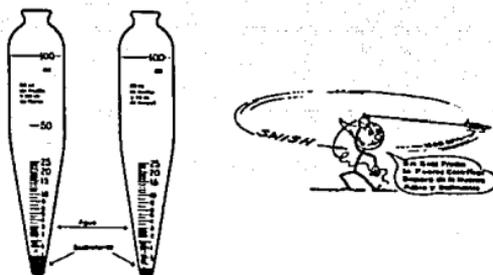


Figura 2.13

#### 2.3.14 Demulsibilidad dinámica

La prueba consiste en una contaminación continua del aceite circulante con agua a razón de 5% de la cantidad que circula por unidad de tiempo. El agua se agrega al aceite derramado en una cámara de mezcla equipada con un agitador de aspas en "T". El aceite contaminado se bombea al depósito en donde permanece 37.5 minutos. Se continua agregando agua por un lapso de 6 horas durante cuyo tiempo el flotador operado por válvula solenoide automáticamente drena el incremento en volumen ocasionado por la adición continua de agua, ver Figura 2.14. Después de 6 horas se mide la concentración de agua introducida en el aceite en la parte superior del depósito, lo que se hace centrifugando una muestra del aceite drenado del derramamiento, con nafta de precipitación.

La concentración de agua en el fondo del tanque se determina centrifugando una muestra no diluida tomada del dren automático del fondo del depósito.

#### 2.3.15 Emulsión con agua

40 cc de la muestra de aceite se colocan en un cilindro graduado en un baño a temperatura constante de 50 a 83°C, 40 cc de agua destilada a la misma temperatura se agregan lentamente al aceite en un lapso de un minuto y se agita durante 5 minutos, ver Figura 2.15. La separación total del aceite se registra cada minuto hasta los 15 minutos, y después a los 20, 30, 40, 50 y 60 minutos.

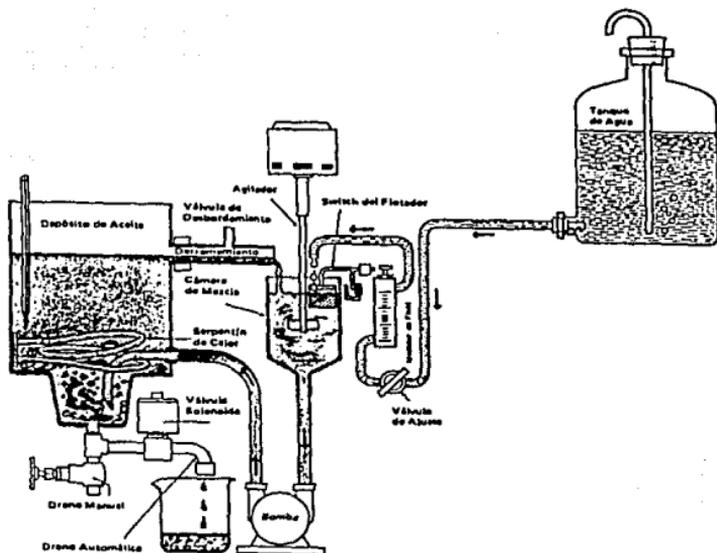


Figura 2.14

Resultados típicos de emulsión con agua (cc): separación completa en un minuto, separación parcial al finalizar una hora, ninguna separación después de una hora [8].

Tipo	Tiempo (min)	Agua (cc)	Aceite (cc)	Emulsión (cc)
Completa	1	40	40	0
Parcial	60	15	25	40
Ninguna	60	05	05	80

### 2.3.16 Emulsión con vapor

El aparato consiste en un generador de vapor, un baño de emulsificación y de un baño a temperatura constante. Se agitan 20 cc de aceite en el tubo de prueba y se coloca en el baño de emulsificación, en donde un chorro de vapor produce la emulsión en condiciones preestablecidas, ver Figura 2.16. Después se saca el tubo de prueba y se coloca en el baño de temperatura constante, anotando el tiempo que tarda la separación.

Esta prueba se aplica para aceites sin aditivos, ya que los aditivos dan efectos contrarios en la prueba de emulsión.

Resultados típicos de emulsión con vapor (min): entre 5 y 20. En los casos en donde los 20 cc de aceite no se han separado en los 20 minutos, se reporta el número de emulsión con vapor como mayor de 1200 [8].

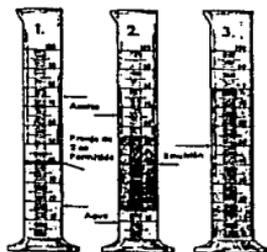
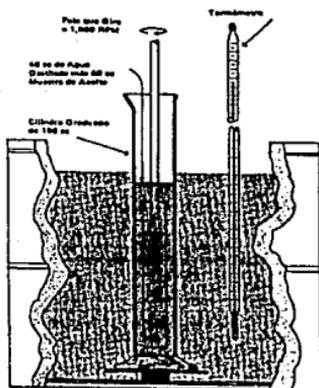


Figura 2.15

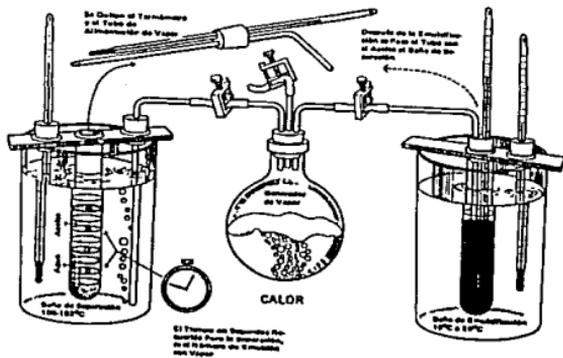


Figura 2.16

### 2.3.17 Agua en el aceite

Se pone una cantidad, previamente medida, de muestra y 10 cc de solvente en el matraz. La trampa de destilación se fija firmemente dentro del cuello del matraz agregando suficiente solvente para llenar la trampa, ver la Figura 2.17. Las partes ensambladas se conectan a un condensador enfriado por agua haciéndose refluir la solución cuidadosamente, hasta que toda la muestra de agua sea transferida del matraz al fondo de la trampa de destilación.

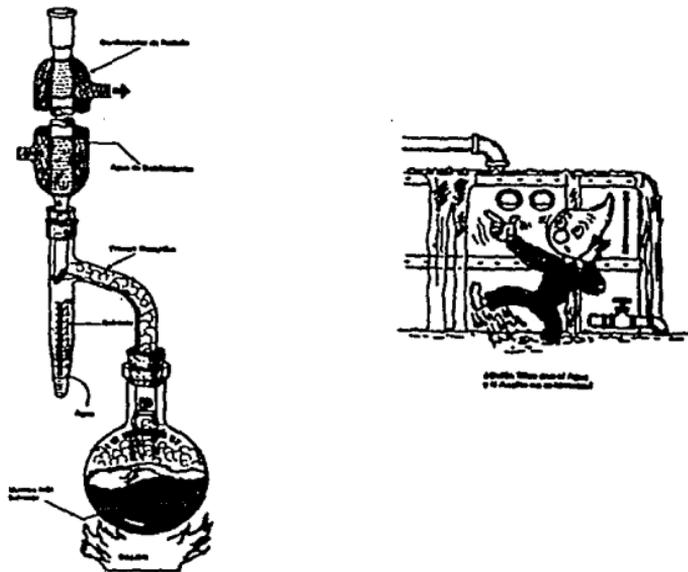


Figura 2.17

La cantidad de agua en el aceite se calcula de la siguiente manera:

$$\% \text{ H}_2\text{O} = V/W \times 100 \quad (2.5)$$

donde:

V = Volumen de agua en la trampa (cm<sup>3</sup>)  
W = Peso del volumen de la muestra (g)



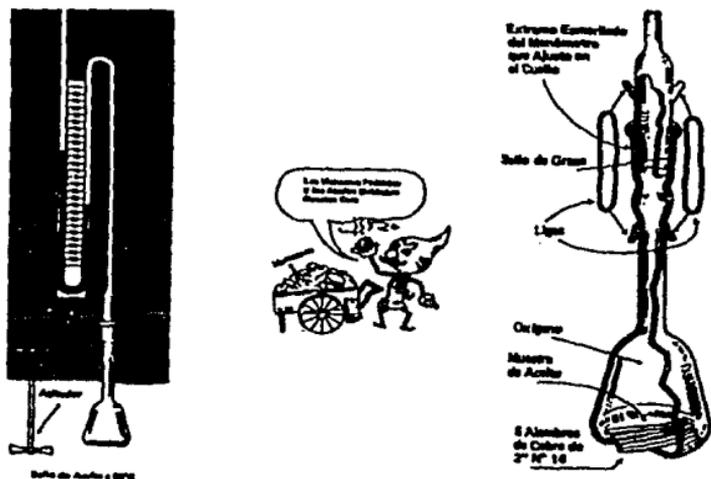


Figura 2.19

La temperatura del baño causa un ligero aumento de presión el cual se registra en el manómetro. La prueba se determina por el tiempo en horas en que la presión cae en 60 mm de Hg.

Resultados típicos de oxidación (horas): entre 1000 y 4000 [8].

## 2.4 CONTAMINANTES DE LOS ACEITES LUBRICANTES

Una parte esencial para apoyar un método de regeneración de aceite, es conocer cuales son sus impurezas, por lo que antes de entrar en las técnicas ya existentes de regeneración de aceites es necesario estar familiarizado con las diversas fuentes de contaminantes del aceite, así como las consecuencias que traen consigo dichos contaminantes.

Como todos sabemos los aceites lubricantes al ser utilizados cambian sus propiedades físicas y químicas. Estos cambios se deben a la contaminación del aceite y a la degradación de los aditivos que lo componen, así mismo la rapidez con que ocurren estos cambios depende de varios factores. Los contaminantes pueden ser de dos tipos físicos y químicos.

A este cambio en las propiedades del aceite se le llama envejecimiento. El envejecimiento puede ser externo o interno. El primero se entiende como la degradación del aceite por agentes externos y el segundo por agentes internos que se debe primordialmente a la oxidación intrínseca del aceite [10].

Entre los principales contaminantes externos que se añaden al aceite tenemos los siguientes: agua, suciedad atmosférica, metales de desgaste de los mecanismos y productos de oxidación del combustible. Siendo sus posibles orígenes los siguientes.

#### **2.4.1 Dilución**

La dilución por combustible se genera por mezclas combustible-aire demasiado ricas, exceso de combustible para lograr mayor potencia, arranques de motor en frío e inyectores defectuosos o con escapes [11]. Esta dilución tiene como consecuencia la disminución de la viscosidad y da lugar a la formación de productos de oxidación y condensación de insolubles, pues el combustible es oxidado con más facilidad que el aceite. La dilución por el combustible desde luego es favorecida por las bajas temperaturas, porque cuando estas son altas, el combustible es eliminado por evaporación. Si la dilución es muy fuerte, el aceite puede perder totalmente su poder lubricante [10].

#### **2.4.2 Agua**

La presencia de agua en los lubricantes se debe principalmente a monoblocks rajados, sellos o casquillos con escapes, bajas temperaturas en la chaqueta y usos ocasionales del motor, lo cual da lugar a que se condense el vapor de agua, al condensarse forma una emulsión con el aceite, aumentando excesivamente la viscosidad y contribuye a la precipitación de lodos [11].

#### **2.4.3 Suciedad atmosférica**

Los filtros defectuosos o las aberturas en el sistema de entrada de aire favorecen la introducción de materiales abrasivos presentes en la atmósfera, los cuales aceleran el desgaste no sólo del mecanismo sino también el ensuciamiento del aceite [11].

#### **2.4.4 Hollín**

Una combustión demasiado rica en combustible y pobre en aire produce gases de escape con humo, debido a la combustión incompleta, contaminando el lubricante con hollín. Este hollín queda disperso y es arrastrado por los aceites modernos altamente dispersantes [11].

#### **2.4.5 Metales**

La contaminación con partículas metálicas debidas al desgaste de un mecanismo, comienza tan pronto este entra en servicio. Bajo condiciones ordinarias, el desgaste es un proceso lento y gradual, que continúa a través de la duración del motor. El desgaste del motor se acelera en presencia del agua, abrasivos o dilución del combustible. Las partículas de desgaste del mecanismo también contribuyen al desgaste abrasivo, pues se interponen entre las superficies lubricadas [11]. Además aceleran el envejecimiento interno, al proporcionar catalizadores al aceite [10].

#### **2.4.6 Acidos**

Otros contaminantes del aceite son los anhídridos sulfurosos que se forman cuando el combustible tiene azufre: estos anhídridos se combinan con el agua formando ácidos corrosivos [11]. Estos a la vez atacan a los metales, contribuyendo a la floculación de los asfaltenos y del hollín dispersos en el aceite. De ésta manera se forma el temido "lodo frío" que endurece a temperaturas elevadas, tapando los conductos de aceite y contaminando al mismo [10].

Además de los contaminantes descritos anteriormente, los aceites lubricantes están sometidos a los efectos de altas temperaturas y a la entrada de aire durante el servicio. Estas condiciones promueven la oxidación interna del aceite lubricante, que si se permite continúe indefinidamente lleva a un aumento de la viscosidad y a una pérdida total del poder lubricante [11].

#### **2.4.7 Varios**

Debido a la complejidad de la constitución química de los aceites lubricantes, es difícil de identificar compuestos específicos en sus productos de oxidación, exceptuando ciertos productos de degradación como el agua y el bióxido de carbono. Por la misma razón se sabe poco sobre las reacciones que se efectúan al oxidarse los aceites lubricantes, aunque varias investigaciones dan como resultado inicial la formación de hidroperóxidos. A continuación, estos últimos se desdoblan por medios muy complicados de oxidación, reducción, deshidratación y condensación dando lugar a la formación de ácidos carboxílicos, aldehídos, cetonas, barnices, gomas, lacas, alcoholes, esterres, resinas y asfaltos. Finalmente, cuando la oxidación es más prolongada, parte de los compuestos anteriores producen agua y bioxido de carbono [10].

## 2.5 Normas

Las pruebas descritas en las líneas anteriores se apegan a las normas correspondientes. Estas normas son la DGN-L-19-1981, DGN-L-21-1968, DGN-L-22-1968, DGN-L-23-1980, DGN-L-24-1975, DGN-L-25-1969, DGN-L-26-1981, DGN-L-27-1972, DGN-L-29-1973, DGN-L-31-1969, DGN-L-35-1968, ASTM D287-39, ASTM D-97-57, ASTM D-92-52, ASTM D93-58T, ASTM D-189-52, ASTM D-874-55, ASTM D-974, ASTM D-91-40, ASTM D-96-50T, ASTM 1401-56T, ASTM D 95-58, ASTM D-943 [12].

## 2.6 PROCESOS PARA LA REGENERACION

Un aceite lubricante, después de haberlo sometido a determinados procesos, puede lograrse que sea tan útil y de tal calidad que pueda compararse a un aceite lubricante "virgen"; esto debe desterrar la idea de que un aceite lubricante regenerado o reciclado sea de una calidad inferior a un aceite no-regenerado o nuevo. Sobretudo no hay que perder de vista que se degrada el aditivo, más el lubricante base queda casi intacto por lo que al recuperarse este y agregándosele posteriormente algún aditivo puede llegar a tener las mismas características que el aceite inicial.

En la actualidad existen varios procedimientos para lograr la purificación de los aceites lubricantes usados, pero no todos ellos reúnen los requisitos indispensables para producir un lubricante regenerado adecuado.

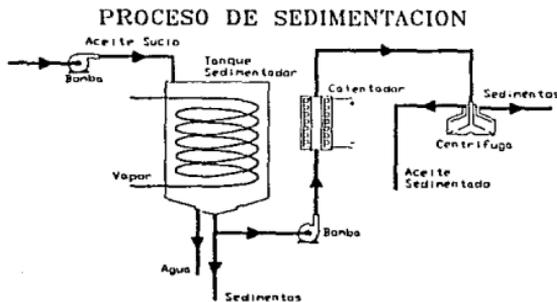
Dentro de todos estos procesos cualquier operación que haga decrecer la cantidad de contaminantes en el aceite es buena. Pero no hay que perder de vista que entre mayor cantidad de operaciones e insumos se necesiten en el proceso, harán que se refleje en el costo y en el caso contrario, un proceso excesivamente simple y barato se reflejará en la dudosa calidad del producto.

### 2.6.1 Proceso de Sedimentación

El proceso de sedimentación consiste en bombear el aceite sucio a un tanque sedimentador, el cual tiene un serpentín que conduce vapor con el que se calienta el aceite para acelerar el efecto de sedimentación de las impurezas sólidas de gran tamaño.

Este tanque cuenta con dos purgas que se encuentran a diferentes niveles, la primera se encuentra al fondo del tanque y tiene como finalidad descargar las impurezas sólidas ya sedimentadas y la segunda esta ubicada en la parte inferior del tanque para desalojar el agua que acompaña al aceite sucio, ver Figura 2.20.

Después de un tiempo (este tiempo es variable y depende de la cantidad de aceite, impurezas contenidas, forma del tanque, etc.) y una vez separado de la mayor parte de las impurezas sólidas y del agua, el aceite es transportado por medio de una bomba a un precalentador eléctrico en donde se calienta hasta una temperatura de 70°C, pasando inmediatamente a la centrífuga que actúa como un sedimentador de acción forzada en donde se termina de separar las impurezas de menor peso específico. Esta centrifugación se realiza en un tiempo de 20 a 30 minutos, dependiendo de igual manera de la cantidad de aceite e impurezas contenidas [13].



*Figura 2.20*

Este proceso es utilizado actualmente en la planta de amoníaco instalada en la unidad Cuautitlán de la compañía Guanos y Fertilizantes de México.

#### Ventajas

- Costo inicial bajo.
- Costo de operación bajo.
- Fácil mantenimiento.
- Apropriado para aceites de corte y de transformadores.

#### Desventajas

- Elimina sólo algunas sólidos suspendidos y agua.
- No desecha completamente los diluyentes.

#### 2.6.2 Proceso de Filtración

El aceite almacenado es succionado por medio de una bomba hacia el tándem de filtros prensa para pasar al tanque de almacenamiento final, como se muestra en la Figura 2.21.

Como se comprenderá este proceso consiste en la simple filtración del aceite sucio, de tal manera que no es posible la transformación de lacas, gomas, barnices a soluciones de bajo punto de ebullición y la de sólidos solubles a sólidos insolubles; la remoción de agua, ácidos, aditivos, etc. [13].

Esta etapa, más que proceso, es la que se utiliza en casi todos los sistemas de lubricación y como se podrá notar también es utilizada por la mayoría de los procesos descritos.

### PROCESO DE FILTRACION

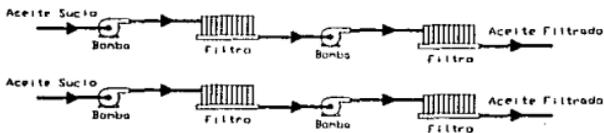


Figura 2.21

#### Ventajas

- Costo inicial sumamente bajo.
- Costo de operación nulo.
- Mantenimiento rápido y fácil.
- No es necesario parar por completo la producción para limpiar los filtros.
- Excelente para aceites de corte, de transformadores y también los de laminación.

#### Desventajas

- Hay que realizar varias etapas de filtración, ya que no es factible realizarla de un solo paso.
- No desdobra los aditivos y compuestos nocivos.
- No elimina el agua.

### 2.6.3 Proceso Milwaukee

El proceso consiste en bombear el aceite a regenerar desde el lugar de almacenamiento a un mezclador en donde se le agrega la cantidad de tierra activada o tierra "Fuller" apropiada (aproximadamente entre el 7 y 10% en peso de aceite sucio). Una vez efectuado ésto, se pone en acción el agitador con objeto de efectuar la debida mezcla entre los materiales anteriores.

Al mismo tiempo se va creando un vacío en el mezclador, lo que se efectúa al poner en funcionamiento una bomba para tal efecto, y además se comienza a elevar la temperatura de la mezcla, por medio de resistencias eléctricas que tiene el tanque mezclador. Una vez que se ha creado un vacío de 10 pulgadas de Hg y que se ha llegado a una temperatura de 120°C se inyecta agua, por medio de una válvula situada en el fondo del tanque. En la Figura 2.22 se esquetiza este proceso.

Al encontrarse, esta agua a las condiciones existentes dentro del tanque se convierte rápidamente en vapor y con dichas condiciones se origina que el punto de ebullición de combustibles y ácidos contenidos en el aceite tratado disminuya, para que estos se separen más fácilmente.

Cuando esta destilación se termina se pasa el aceite a través de un filtro prensa, para eliminar de esta manera la tierra activa con todas las sustancias que absorbió, dando como resultado el producto final [13].

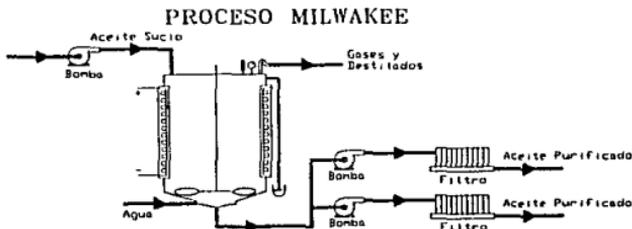


Figura 2.22

#### Ventajas

- Costo inicial moderado.
- Costo de operación moderado.
- Mantenimiento fácil.

#### Desventajas

- No desdobra por completo aditivos y compuestos.
- No neutraliza el aceite final.
- No apto para aceites de corte, transformador o de laminación.

#### 2.6.4 Proceso Younston Miller

El aceite gastado proveniente de los tanques almacenadores se pasa a un tanque provisto con un serpentín de vapor en donde es calentado a 60°C. A continuación se pasa el aceite por la centrifuga para separar la mayor parte de los contaminantes insolubles, pero no los compuestos derivados de la oxidación y diluyentes.

Posteriormente el aceite se pasa al tanque de acidulación, el cual está provisto de un agitador y en el cual se le adiciona ácido sulfúrico al aceite a tratar en una proporción de 0.05 kg de  $H_2SO_4$ /l de aceite sucio, que junto con la acción del agitador aceleran la sedimentación de la mayor parte de las impurezas solubles. Una vez finalizada esta operación el aceite es bombeado a un recipiente que cuenta con un agitador, un ventilador en la parte superior y un banco de resistencias eléctricas.

El aceite se introduce por la parte superior y se va mezclando con tierra activa que es introducida por la parte media del recipiente, como se presenta en la Figura 2.23. Al mismo tiempo que se añade la tierra activa la temperatura se comienza a elevar hasta una temperatura de 400°C, en este mismo período ya se ha puesto en marcha el agitador para efectuar la debida mezcla de los reactivos. Al llegar la mezcla a la temperatura mencionada, se comienza a efectuar una ebullición de los diluyentes ligeros que se encuentran impurificando al aceite. Estos compuestos se escapan en forma de vapor, púes son succionados por medio del ventilador, para ser descargados a la atmósfera. Esta destilación se mantiene por espacio de 90 minutos.

### PROCESO YOUNGSTON MILLER

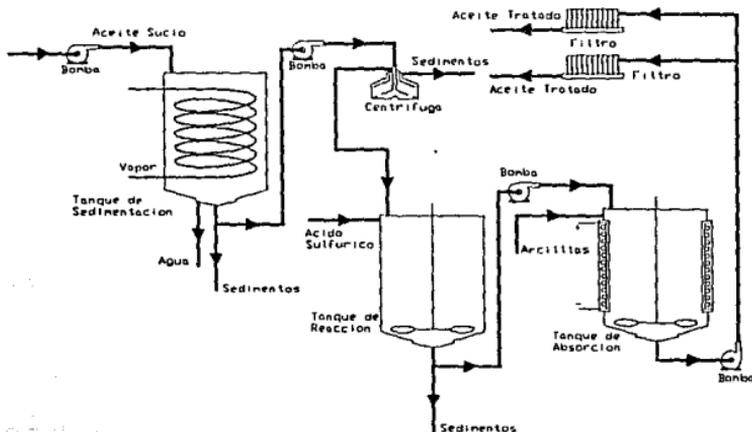


Figura 2.23

Al finalizar la operación anterior, la mezcla se bombea al filtro prensa, que emplea lonas como medio filtrante, en donde se obtiene la tierra activa con las impurezas que absorbió y como producto principal el aceite reciclado [13].

### Ventajas

- Costo inicial moderado.
- Costo de operación moderado.
- Mantenimiento fácil.
- Puede adaptarse para aceites de transformadores, de corte o de laminación

### Desventajas

- Descompone el aceite base por la alta temperatura.
- No neutraliza el aceite que se regenera.

## 2.6.5 Proceso Refinol

Inicialmente se llena el tanque mezclador con el aceite a tratar, cuando esto sucede se pone en marcha el agitador y se comienza a elevar la temperatura del recipiente hasta que el aceite se calienta a 120°C. En este punto se agrega 18 kg de retrol y una vez hecha la mezcla adecuada se transporta al alambique, en donde se ha creado un vacío previo de 25 pulgadas de Hg.

Una vez llenado este recipiente se aumenta el vacío en 4 pulgadas de Hg y se procede conjuntamente a calentar la mezcla hasta una temperatura de 218°C, en este punto se realiza la destilación de los diluyentes que se encuentran impurificando al aceite. Los diluyentes salen en forma de vapor para ir a un cambiador de calor en donde se condensan, mientras que el aceite pasa a un filtro para removerle los sólidos suspendidos y tener como producto final el aceite regenerado [13].

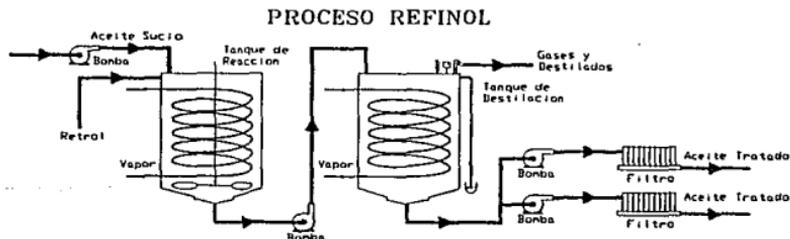


Figura 2.24

### Ventajas

- Costo inicial moderado
- Costo de operación moderado
- Mantenimiento fácil
- Puede adaptarse para aceites de transformadores, de laminación y de corte

### Desventajas

- No se realiza previamente alguna sedimentación, por lo que la filtración es muy ineficiente.
- Además tampoco neutraliza el aceite elaborado.

## 2.6.6 Proceso Texaco

Primeramente el aceite sucio pasa a una etapa de desmetalización, este aceite es tratado con una solución de fosfato de diamonio y se le hace pasar por una serie de reactores, donde la mezcla se agita y calienta gradualmente. Las particulas metálicas, en suspensión, forman fosfatos metálicos; los diluyentes como agua, gasolina y diesel así como algunos solventes son evaporados; y los aditivos de la formulación, son destruidos por efecto de las altas temperaturas. La corriente de aceite con sólidos en suspensión se envía a filtración donde, utilizando tierras diatomáceas como ayuda filtrante, se separan los sólidos para reducir el contenido de cenizas sulfatadas a una cantidad mínima. En la Figura 2.25 se puede ver esquemáticamente el proceso Texaco.

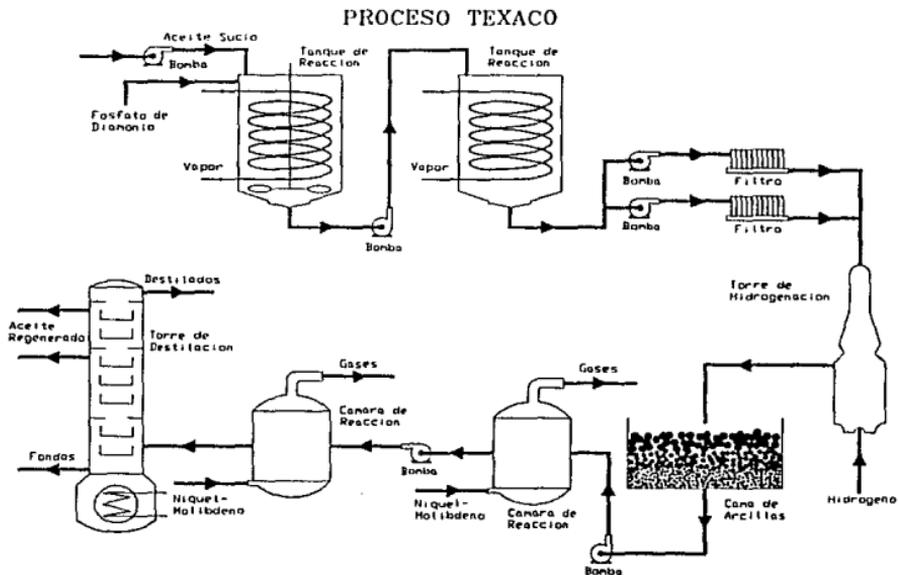


Figura 2.25

En la etapa de hidrogenación, el producto libre de metales, entra en contacto con hidrógeno 99.99% puro y se envía a una cama de arcilla (tierra fuller), con el fin de remover gomas e impurezas que no fueron filtradas anteriormente. Después el producto pasa a través de 2 camas de catalizador níquel-molibdeno, en donde el cloro, oxígeno, nitrógeno y azufre; son separados en forma de gases como ácido clorhídrico y sulfúrico, amoníaco y agua, y se mejora el color del producto final.

Al final, en una fraccionación, los combustibles y los aceites se separan, obteniéndose dos tipos de aceites básicos, uno pesado y otro ligero además de una fracción combustible que es una mezcla de diesel y gasolinas [2].

#### Ventajas

- Elimina cualquier tipo de contaminante líquido (aditivos, combustibles y diluyentes).
- Elimina metales y partículas sólidas.

#### Desventajas

- Alto costo inicial.
- Alto costo de operación.
- Proceso sumamente riesgoso por los reactivos usados.
- Requiere de equipo sofisticado y de personal con alto grado de capacitación.
- No puede implementarse para aceites de corte, laminación ni de transformador.

Analizando los procesos actuales vemos que un simple filtración no es recomendable, debe ser parte del proceso más no formararlo en un 100%. Es por eso que de los procesos de sedimentación y filtración deberan tomar en cuenta sólo ciertos factores o características. Los procesos Milwaukee y Refinol no eliminan en su totalidad los compuestos químicos (ácidos carboxílicos, aldehídos, cetonas, barnices, gomas, lacas, alcoholes, esterres, resinas, asfaltos, etc.), y el proceso Youngton Miller no neutraliza el producto final nivelando su pH. El proceso Texaco es muy caro y riesgoso por el consumo del catalizador níquel-molibdeno y el uso de hidrógeno, además de que requiere de un equipo más especial.

Además, los últimos cuatro procesos son patentes y por tal no pueden ser instalados tal cual. Por lo tanto el proceso ha implementar es una modificación del Proceso Youngton Miller, además debe ser un proceso muy versátil ya que hay demanda de varias calidades de aceite regenerado y también un mercado de aceites de corte y transformador purificados. El proceso se detalla por completo en todo el Capítulo IV.

Pero antes de entrar en materia es justo dedicarle un capítulo al mercado en el cual se piensa introducir el producto y otro a la localización del lugar más adecuado para ubicar la planta de regeneración. Siguiendo este orden se presenta a continuación el estudio de mercado y posteriormente la metodología para la selección del lugar físico de construcción de la planta.

# **CAPITULO III**

## **ESTUDIO DE MERCADO**

### 3.1 ANALISIS DEL MERCADO

El estudio del mercado, para cualquier tipo de producto, es necesario definir: la producción actual de lubricante virgen y reciclado, la reacción de los consumidores y competidores, la forma de llegar a estos, el precio del producto, características y localización de los insumos necesarios y la magnitud de producción de la planta, para de esta manera poder ver si el proceso implementado es económicamente factible para competir en el mercado. De esta forma para dar una idea del riesgo que corre nuestro producto, de ser o no aceptado, y la inversión en un proyecto de este tipo se presenta el siguiente análisis.

#### 3.1.1 Análisis de la demanda

Se entiende por demanda al llamado Consumo Nacional Aparente (CNA), el cual es igual a la producción más las importaciones menos las exportaciones.

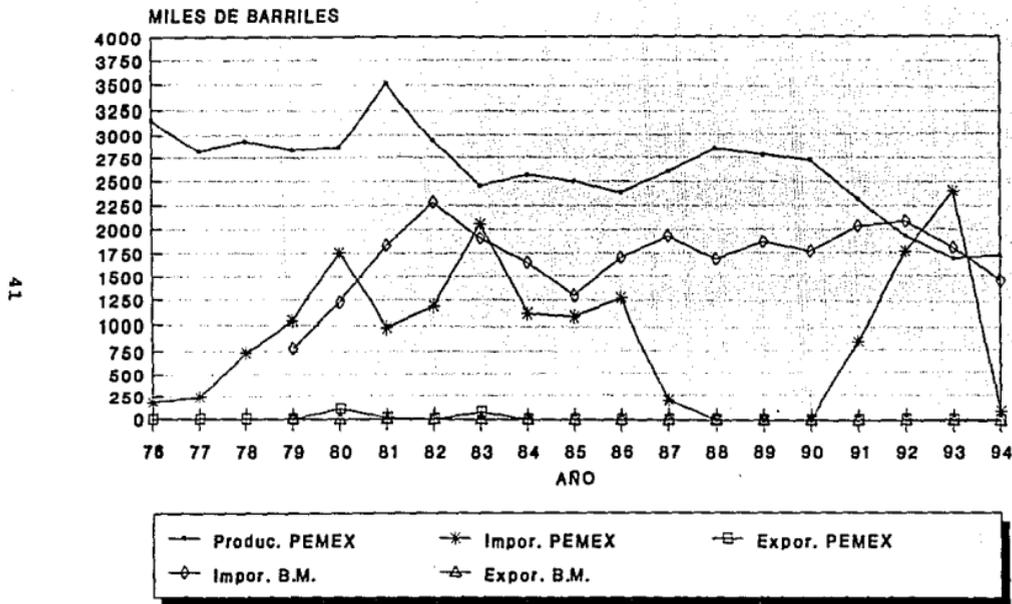
En base a la definición anterior y a la información recabada, se obtuvo la Gráfica 3.1 que representa el comportamiento real del CNA de lubricantes en un período de 16 años (1976-1990) [4][5]. Para poder acercarse al análisis del consumo de lubricantes en nuestro país, no debe perderse de vista que pesan otros elementos, entre los que destacan la población vehicular, de aeronaves, flota marina, y ferroviaria en el país, que son unos de los principales ramos de consumo y además unos de los más fáciles de cuantificar para nuestros fines, los cuales esta representados en la Gráfica 3.2 con un período real de 16 años (1976-1990) [3][14].

En base a estas gráficas se puede concluir: que es una demanda continua, de gran importancia para el desarrollo industrial y por ende para el crecimiento económico del país, además de que es una demanda que no pueden satisfacer por los productores nacionales. Debido a los movimientos irregulares en el tiempo se utilizan diferentes modelos de predicción [15] (en especial el modelo senoidal de mínimos cuadrados), para ver el comportamiento de la demanda en un futuro próximo (4 años más a partir del último dato recabado).

#### 3.1.2 Análisis de la oferta

En cuanto al rubro de importaciones, se debe observar una gran participación en el CNA, debido a que en el país existen muy pocas empresas nacionales que pueden refinar el crudo que suministra única y exclusivamente PEMEX. Por lo mismo una buena parte del crudo mexicano se exporta o se traslada a otras refinerías extranjeras para su fragmentación y ellas a su vez exportan o regresan los diferentes productos petrolíferos y petroquímicos a México.

# CONSUMO NACIONAL APARENTE DE LUBRICANTES NUEVOS

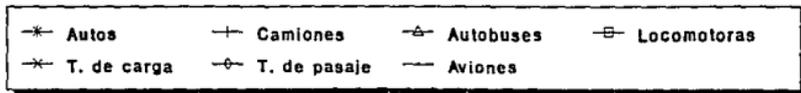
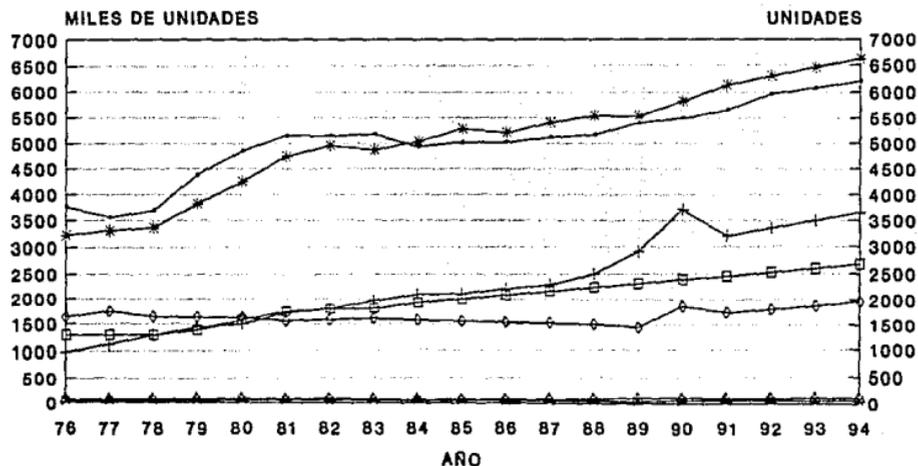


Valores preliminares para 1990  
Valores inferidos a partir de 1991

Gráfica 3.1

## PARQUE NACIONAL DE MEDIOS DE TRANSPORTE

42



Valores preliminares para 1990  
Valores inferidos a partir de 1991  
Locomotoras, trenes de carga y aviones, referirse al eje derecho

Para autos, camiones, autobuses y trenes  
de pasaje, referirse al eje izquierdo.

*Gráfica 3.2*

El productor de aceites básicos en el país es PEMEX, mientras que entre los principales exportadores de aditivos y aceite base a México tenemos a: Estados Unidos, Alemania, Francia, Holanda, Canadá, Inglaterra, Japón, Suiza, España, Italia, Australia, Brasil, Venezuela, Panamá, Costa Rica, Bulgaria, Antillas Holandesas [16].

Además de los productores de aceites lubricantes vírgenes, tenemos que considerar a los regeneradores de los mismos ya establecidos y considerar que al aumentar la producción de aceites lubricantes se podrán disminuir las importaciones y en un futuro tener la disponibilidad de exportar.

Para el rubro de las exportaciones hay algo que llama mucho la atención y es el caso de que se exportan a Estados Unidos aceites usados (sucios o contaminados provenientes de su utilización en máquinas). El monto del valor de esta exportación es de 4 millones de pesos para 1989 [16]. Esto significa que si existe un mercado potencial para los aceites lubricantes sucios y porque no para los aceites lubricantes regenerados. Además algo que respalda esta aseveración es que en Estados Unidos hay varias firmas que regeneran el aceite, anunciando no sólo su producto sino algunas de ellas hasta su equipo y tecnología.

Lo anterior no significa que no exportemos aceite lubricante virgen, claro que no con las magnitudes con que importamos pues estas exportaciones para el año de 1989 alcanzaron las cifras de 1'869,539 barriles y 77.602 millones de dólares [5]. Entre los países con que se tiene este tipo de comercio están: Alemania, Colombia, Estados Unidos, Filipinas, Francia, Granada, Guatemala, Liberia, Panamá, Uruguay. En la Gráfica 3.3 se puede ver el comportamiento de las exportaciones e importaciones de lubricantes en valor [4],[5].

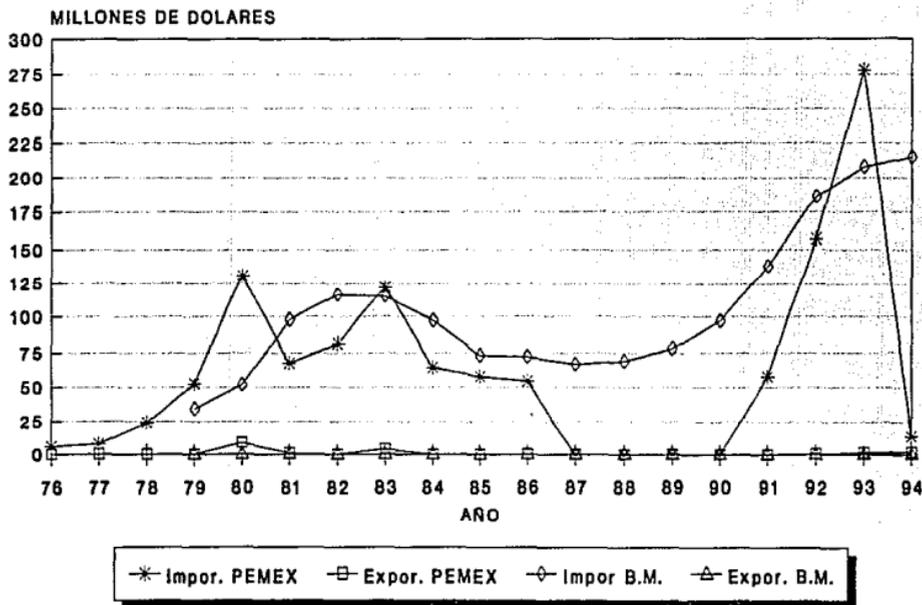
En el Capítulo I se mencionó algo sobre los beneficios que obtienen las empresas regeneradoras de aceites lubricantes, a continuación se muestra en la Tabla 3.1 la capacidad de regeneración de aceites lubricantes en este tipo de empresas, así como otros datos relevantes de éstas [6].

### 3.1.3 Análisis de insumos

Al igual que en el análisis de la demanda, la materia prima principal de nuestro proceso es el aceite ya usado proveniente de los vehículos automotores, industrias, diversos tipos de flotas, ferrocarriles, etc. lo que hace que esta materia prima sea de volumen elevado y sin problemas serios de escases. Actualmente la legislación mexicana es muy explícita en cuando a los residuos aceitosos lo que hace que muchas industrias no sepan que hacerle a estos residuos, algunas de ellas lo queman junto con el combustible pero solo pueden mezclar de 5 a 3% de aceite, otras tratan de regresárselo a las mismas compañías que les surten aceite virgen pero no aceptan estas últimas, otras más lo regalan al ver la dificultad de venderlo y/o de darle algún otro uso.

# VALOR DE IMPORTACION Y EXPORTACION DE LUBRICANTES NUEVOS

44



Valores preliminares para 1990  
 Valores inferidos a partir de 1991

Gráfica 3.3

CONCEPTOS \ AÑO	1987	1988	1989
No. de establecimientos	18	18	18
No. de empleados	1561	1628	1696
Horas trabajadas (miles)	3456	3632	3797
Valor de producción (MM \$)	342789	631848	749057
Valor de ventas (MM \$)	329506	302671	726334
Remuneración total (MM \$)	9110	8476	32645
Maquila (MM \$)	11	12	15
A. L. automotrices (litros)	119307	109047	131659
A. L. automotrices (MM \$)	126064	224844	282609
A. L. industriales (litros)	24856	49299	51473
A. L. industriales (MM \$)	16767	87536	99948
A. L. motores diesel (litros)	18038	39046	44476
A. L. motores diesel (MM \$)	14043	75973	90548
G. L. automotrices (litros)	1081	2357	2353
G. L. automotrices (MM \$)	1559	9367	9585
Ad. automotrices (litros)	27067	53060	54104
Ad. automotrices (MM \$)	45661	196776	215511
Ad. industriales (litros)	1114	2572	2334
Ad. industriales (MM \$)	2373	11308	11282
Desechos y subproductos (MM \$)	4044	25788	39208
Productos no genéricos	44	256	366

Nota: MM \$ = millones de pesos Ad. = aditivos  
A. L. = aceite lubricante G. L. = grasa lubricante

Tabla 3.1

Esto origina un bajísimo precio de este insumo principal y en cuanto a los demás insumos requeridos en el proceso, reactivos y aditivos, se muestra en la Tabla 3.2 el precio de estos [17]. El precio de los reactivos e insumos pueden bajar un poco más al realizar la compra en otros establecimientos más directos y al aumentar el volumen de compra, pero para los fines perseguidos la referencia que se da es bastante válida.

MATERIA	PRECIO (\$)
Aceite sucio (promedio)	250 l
Silicato de sodio	950 l
Acido sulfúrico	1,200 l
Arcilla	820 kg
Hidróxido de calcio	350 kg
Aditivos (promedio)	4,700 l

Nota: El precio de aceite sucio se obtuvo de una encuesta a diversos establecimientos que originan este residuo.

Tabla 3.2

Por lo tanto se esperará que el litro de aceite regenerado tenga un costo de producción de \$ 3,000 aproximadamente. Para poder evaluar este costo con una total seguridad se tendrá que hacer un balance más a detalle, el cual se presentará posteriormente en el Capítulo VII.

Como la inflación varía de acuerdo a otros parámetros económicos, no existe un método estadístico de ajuste, para proyectar los precios. La única alternativa es hacer variar los precios conforme a la tasa de inflación esperada o bien cambiar los precios a una moneda más estable como es el dólar. Como ayuda para poder determinar el precio de producción de aceite regenerado y saber si el proceso es o no rentable se investigó la evolución de los precios de aceite lubricante base, esta evolución se presenta en la Gráfica 3.4 y se muestra acompañada del índice de inflación nacional e índice de inflación en derivados del petróleo para tener más parámetros de análisis [4],[5]. De este análisis, se puede ver que el precio del aceite lubricante base no va a la par con el índice de inflación nacional, sino más bien respeta el índice de inflación propio en los derivados del petróleo.

### **3.2 COMERCIALIZACION DEL PRODUCTO**

La división de ventas, de la compañía, es la que se dedicará a la compra y recolección del aceite usado para su posterior procesamiento. Deberá contar con una flotilla de camiones debidamente equipados para recoger aceite sucio en el domicilio del proveedor, además, de tener recolectores independientes en el Distrito Federal, Zona Metropolitana, principales ciudades del país, que hace el negocio de recolección atractivo, aún para los proveedores.

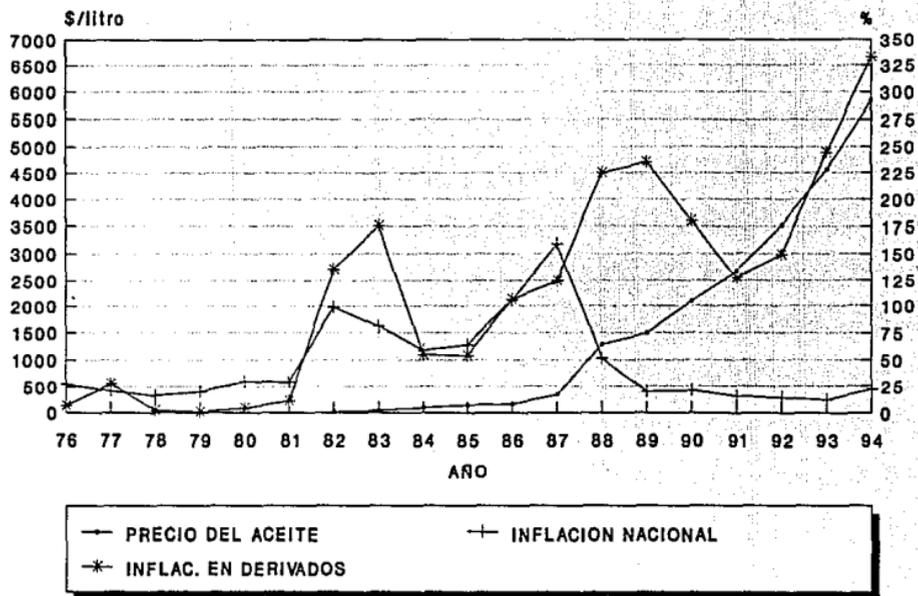
#### **3.2.1 Canales de recolección**

Estos proveedores son los consumidores de aceite lubricante que por naturaleza de sus operaciones, generan aceite usado y cuyo giro no es la recolección y venta del mismo. La lista incluye: servicios de lubricación, talleres de reparación de vehículos públicos y privados, hangares de maquinaria agrícola y de construcción, la industria pesada, flotas marinas, pesqueras, mercantes y de vigilancia, talleres de mantenimiento de locomotoras, etc. Es decir, que se toman desde estaciones de servicio de lubricación, hasta grandes empresas privadas y para estatales.

La flotilla de camiones transportaría el aceite usado desde los centros de recolección de toda la República, hasta la planta de regeneración. También existiría una serie de terminales, donde se recibiría el aceite de una zona para después transportarlo a la planta.

# INDICES DE INFLACION Y PRECIO DEL ACEITE

47



Valores preliminares para 1990  
Valores inferidos a partir de 1991

Gráfica 3.4

La capacidad total de almacenamiento de las terminales estarán en función de la zona en la que se ubiquen. Además, cuando la necesidad de transportes sea mayor por la disponibilidad de aceite, se recurrirá a la renta de camiones de terceras personas.

Con objeto de motivar a los proveedores a aumentar la recolección y evitar el desperdicio del mismo, se les capacita en cuanto a métodos de recolección y almacenamiento del mismo, además posiblemente se les pagará un precio razonable por el desempeño extra que llevarían a cabo.

### **3.2.2 Canales de distribución**

Se planea utilizar dos canales de distribución. El primero sería, Productor - Agente - Usuario Industrial; y el segundo, Productor - Agente - Mayoristas y Minoristas. Ya que sea visto que son los canales más utilizados por empresas que venden sus productos a cientos de kilómetros de su sitio de origen.

El producto será llevado al consumidor y se cargará el costo del transporte al precio del producto. Sin embargo, en el caso, de que el distribuidor o mayorista sea nuestro abastecedor de aceite sucio, el producto se venderá sin el adicional respectivo, a fin de obtener un descuento en el costo de la materia prima o se podrá llegar a un convenio especial. Los beneficios de este tipo de intermediarios son: el que ellos recolectan la materia prima, compran el producto regenerado, concentran los volúmenes, conocen las preferencias regionales, etc.

### **3.2.3 Ventas**

Se planea vender el producto en tambos de 50, 20 y 5 litros, debido a que los clientes principales son distribuidores y mayoristas por lo que requieren de grandes volúmenes de aceite. También se prevee la venta en envase de 1 l esto con el objeto de igualar la presentación que ofrecen las distintas marcas existentes en el mercado. Se ha pensado en una innovación en el envase de 1 l, que se realizará una vez que el producto haya sido puesto a la venta y cuente con una cierta aceptación. Dicha innovación consistirá en un envase de polietileno con aditamento para facilitar su aplicación y minimizar el desperdicio.

La forma de pago será cubriendo el costo de la entrega en un período de 30 días posteriores depositando dicho pago en una cuenta bancaria. Este trato esta sujeto a un acuerdo entre ambas partes.

### 3.3 NIVEL DE PRODUCCION

Una vez definido el panorama de la regeneración del aceite lubricante, es conveniente plantear una producción inicial de 10,000 litros diarios por un lapso de 6 meses y una vez realizados todos los ajustes necesarios en la planta y sistematizando el proceso se aumentará la producción un 2.5% cada trimestre durante los siguientes 6 trimestres. En este tiempo la empresa habrá tenido un tiempo de maduración, reconocimiento y solidez económica por lo que podrá elevar su producción ya sea aumentando las líneas de producción o implementando otros turnos de trabajo.

Claro está, que conforme avance el tiempo los estudios de mercado se deberán actualizar, y esto originará que se tomen otro tipo de medidas. Es de esperarse que entre las medidas que se tomen estén la de aumentar significativamente la producción, implementar otros métodos y/o etapas mucho más eficientes, mayor control de la contaminación interna, posibilidad de implementar un sistema de cogeneración, etc.

# **CAPITULO IV**

## **LOCALIZACION DE LA PLANTA**

La localización de la planta es uno de los puntos más importantes de este trabajo ya que deben tomarse en cuenta una gran cantidad de factores involucrados, pues una buena elección de la zona y el terreno se reflejará en el oportuno abastecimiento de los insumos y una efectiva distribución de los productos terminados.

Una adecuada localización se dará en donde se obtenga el óptimo de la combinación de dichos factores. Todos ellos, para una empresa, se verán traducidos en dinero, pues una industria mal localizada sufrirá siempre las consecuencias del error.

#### 4.1 DIVISION TERRITORIAL

Para ubicar el lugar más adecuado para efectuar la instalación de la planta de que nos ocupamos, es preciso dividir al territorio nacional para su estudio en zonas, dicha división se hizo de la siguiente manera: la ZONA OESTE; esta formada por los estados de Baja California Norte y Baja California Sur, la ZONA NOROESTE; por Sonora, Chihuahua, Sinaloa y Durango, la ZONA NORTE; por Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y San Luis Potosí, la ZONA CENTRO; por Zacatecas, Nayarit, Jalisco, Aguascalientes, Guanajuato y Colima, la ZONA SUR; por Queretaro, Hidalgo, México, Michoacan, Distrito Federal, Morelos y Guerrero, la ZONA SURESTE; por Veracruz, Puebla, Tlaxcala, Tabasco, Oaxaca y Chiapas, y finalmente, la ZONA ESTE; por Yucatan, Campeche y Quintana Roo. Esta división del territorio nacional se puede ver en la Figura 4.1 .



Figura 4.1

## 4.2 MATRIZ DE DECISION

Se construye una matriz formada por los factores y subfactores a analizar, con las zonas descritas con anterioridad y con un resultado o calificación [18], en escala del 0 al 10, del atributo analizado en la zona respectiva. Quedando formada la Tabla 4.1 como una matriz de decisión. La matriz de decisión esta compuesta por 13 factores principales, los cuales tienen asignado un valor porcentual de importancia para establecer la localización, 7 zonas de estudio y evaluaciones de los n subfactores en que se constituye o divide el factor primario. A los subfactores, también se les tiene asignado un valor porcentual de importancia pero con respecto al factor al cual pertenecen.

## 4.3 HOJA DE CALCULO

Así, una vez evaluados todos los subfactores para todas las zonas, se multiplican los porcentajes de los subfactores por las evaluaciones correspondientes; se suman estos productos obtenidos para cada factor y este sumando se multiplica por el porcentaje del factor en cuestión; estos nuevos productos de suman y esta será la calificación final para la zona evaluada. El cálculo anterior se hace para cada una de las zonas en que se dividió el territorio nacional.

Por ejemplo, si un subfactor tiene una calificación de 7 para una zona determinada y su peso porcentual es del 25%, tendrá una aportación del 1.75 puntos ( $7 \times 0.25$ ) al factor. Se le suman los demás productos y esta será la puntuación para el factor analizado. Si el factor tiene un peso porcentual del 2% sobre el total de la evaluación y asumiendo que la puntuación para el factor fué de 3.25 puntos, tendrá una aportación de 0.065 puntos ( $3.25 \times 0.02$ ) a la puntuación final. Se suman estos últimos productos y el resultado es la puntuación final para la zona en cuestión.

La puntuación que obtiene cada factor para las diferentes zonas esta multiplicada por 100, para no usar fracciones, al final de la matriz de decisión se suman estas calificaciones dando como resultado la calificación final para la zona correspondiente.

La misma Tabla 4.1 es la hoja de cálculo y en ella se pueden apreciar los porcentajes para cada factor y subfactor, las zonas, las calificaciones para cada subfactor, las puntuaciones de cada factor y la calificación final de cada una de las zonas.

%	FACTORES		ZONAS						
	%	Subfactores	W	NW	N	Ctro	SE	S	E
11	<b>TRANSPORTES Y COMUNICACIONES</b>		59	82	89	87	71	102	50
	12	Vías férreas	2	9	10	9	7	10	1
	12	Carreteras	5	9	9	9	8	10	4
	12	Aeropuertos	4	7	8	8	4	9	4
	12	Puertos	7	7	7	7	10	8	8
	6	Vías pluviales	1	1	1	2	8	4	2
	10	Correo	8	9	10	9	6	10	6
	7	Telégrafo	8	10	10	10	7	10	6
	12	Teléfono	8	8	9	9	6	10	6
	7	Telex	5	6	7	7	4	10	4
	10	Fax	5	6	7	7	4	10	4
7	<b>MANO DE OBRA</b>		53	52	52	50	46	57	55
	13	Salarios regionales	7	6	6	7	9	8	9
	22	Estandar de vida regional	7	6	6	7	9	8	9
	22	Estabilidad regional	8	8	8	7	5	9	8
	13	Especializada	7	9	9	7	6	9	5
	5	Calificada	7	9	9	7	6	9	5
	4	No calificada	9	6	6	9	10	6	9
	21	Relaciones obrero-patronal	8	8	8	7	4	7	8
9	<b>FUENTES DE ENERGIA</b>		49	66	72	75	69	81	51
	20	Servicio eléctrico	7	10	10	10	6	10	7
	20	Gas natural	6	9	9	10	7	10	6
	20	Combustóleo	6	9	9	10	7	10	6
	5	Caldas de agua	1	1	3	5	10	7	1
	5	Pozos térmicos	10	8	1	5	5	5	1
	10	Solar	7	8	8	10	10	10	7
	5	Biomasa	1	3	3	5	8	9	1
	15	Reservas futuras	2	2	8	4	10	6	7
13	<b>MATERIA PRIMA</b>		33	72	103	102	109	128	38
	9	Compra-venta	5	6	10	8	8	10	2
	9	Subcontratistas	5	6	10	8	8	10	2
	5	Embarque	5	6	10	8	8	10	2
	5	Empaque	5	6	10	8	8	10	2
	32	Transporte	1	6	10	9	8	10	1
	36	Nacional	2	5	5	7	9	10	5
	4	Extranjera	3	3	3	5	9	7	6
<b>SUBTOTAL</b>			194	272	316	314	295	368	195

Tabla 4.1

FACTORES	ZONAS							
	Subfactores	W	NW	N	Ctro	SE	S	E
<b>4 CONDICIONES CLIMATICAS</b>	<b>34</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>29</b>	<b>27</b>	<b>30</b>	<b>33</b>	
13 <i>Altitud</i>	9	6	6	8	7	8	10	
13 <i>Humedad</i>	7	8	9	7	5	7	6	
13 <i>Prociptación pluvial</i>	9	9	9	7	5	7	6	
13 <i>Temperatura</i>	9	7	7	8	10	9	8	
6 <i>Vientos</i>	7	8	8	6	6	7	9	
6 <i>Inolación</i>	9	7	7	8	10	9	8	
10 <i>Nevadas</i>	8	2	2	7	8	7	10	
10 <i>Hóladas</i>	8	2	2	7	8	7	10	
10 <i>Granizadas</i>	9	2	2	7	5	7	10	
6 <i>Tormentas eléctricas</i>	9	9	9	7	5	7	6	
<b>4 DESASTRES NATURALES</b>	<b>25</b>	<b>36</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>28</b>	
20 <i>Huracanos</i>	3	8	3	6	3	7	2	
20 <i>Inundaciones</i>	10	10	10	8	6	7	10	
10 <i>Incendios forestales</i>	10	10	10	7	5	6	8	
20 <i>Sismos</i>	2	8	8	2	2	2	9	
10 <i>Maremotos</i>	9	10	10	9	8	8	9	
5 <i>Radioactividad</i>	10	10	10	10	7	10	10	
5 <i>Erupciones</i>	10	10	10	6	5	6	10	
10 <i>Tornados</i>	3	8	3	6	3	7	2	
<b>4 CARACTERITICAS DEL LUGAR</b>	<b>25</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>36</b>	<b>31</b>	<b>39</b>	<b>23</b>	
25 <i>Contorno</i>	8	8	8	8	8	10	8	
25 <i>Suelo</i>	9	9	9	9	8	10	9	
25 <i>Localización geográfica</i>	3	5	5	10	8	10	3	
25 <i>Expansión</i>	5	9	9	9	7	9	3	
<b>4 COMUNIDAD</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	
13 <i>Rural</i>	3	5	5	7	10	8	8	
9 <i>Urbana</i>	3	5	5	7	10	8	8	
13 <i>Escuelas</i>	4	7	3	3	8	6	8	
13 <i>Centros médicos</i>	6	4	4	3	9	5	8	
13 <i>Centros recreativos</i>	3	3	3	3	3	3	5	
13 <i>Centros comerciales</i>	3	3	3	3	3	3	5	
13 <i>Centros religiosos</i>	5	5	5	5	5	5	5	
13 <i>Centros culturales</i>	5	7	7	5	4	2	3	
<b>SUBTOTAL</b>	<b>100</b>	<b>110</b>	<b>103</b>	<b>107</b>	<b>102</b>	<b>113</b>	<b>109</b>	

Tabla 4.1

%	FACTORES	ZONAS						
	% Subfactores	W	NW	N	Ctro	SE	S	E
<b>3</b>	<b>DISPONIBILIDAD DE AGUA</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>
	12 Cantidad	2	2	2	8	10	8	10
	12 Fuente	5	5	5	5	5	6	5
	20 Importe	2	2	2	8	10	8	10
	10 Sólidos Inorgánicos	2	2	2	10	8	10	8
	10 Sólidos orgánicos	2	2	2	7	5	7	6
	10 Sólidos suspendidos	2	2	2	8	6	8	7
	10 P. H.	2	2	2	8	10	8	10
	8 Dureza	2	2	2	8	10	8	8
	8 Seguridad	1	1	1	8	1	8	10
<b>21</b>	<b>CONSUMIDORES</b>	<b>90</b>	<b>118</b>	<b>134</b>	<b>125</b>	<b>129</b>	<b>200</b>	<b>90</b>
	30 Automoviles	3	2	2	3	2	10	1
	20 Industrias	3	6	10	8	5	10	1
	25 Exportación	8	10	10	5	10	8	10
	10 Demanda por distancia	3	5	5	10	10	10	5
	10 Demanda por tiempo	3	5	5	8	7	10	5
	5 Inventarios	4	6	6	8	7	10	6
<b>9</b>	<b>CONTAMINACION</b>	<b>67</b>	<b>64</b>	<b>63</b>	<b>64</b>	<b>63</b>	<b>68</b>	<b>67</b>
	20 Leyes reguladoras	8	6	5	6	6	5	8
	15 De cuerpos superficiales	7	7	7	7	7	8	7
	15 De mantos subterráneos	7	7	7	7	7	8	7
	15 Del aire	7	8	8	8	8	9	7
	15 Del suelo	7	7	7	7	7	8	7
	20 Disposición de residuos	8	8	8	8	7	8	8
<b>10</b>	<b>POLITICA DE DESARROLLO</b>	<b>78</b>	<b>67</b>	<b>80</b>	<b>77</b>	<b>93</b>	<b>77</b>	<b>89</b>
	25 Leyes reguladoras	7	7	8	8	10	8	10
	35 Incentivos	8	6	9	7	9	7	8
	20 Impuestos estatales	8	7	7	8	9	8	9
	20 Impuestos locales	8	7	7	8	9	8	9
<b>1</b>	<b>VULNERALIDAD AL ATAQUE EN CASO DE CONFLICTOS BELICOS</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>5</b>
	50 Concentración de la industria	6	5	7	7	6	7	6
	20 Distribución de la planta	8	8	8	8	8	8	8
	30 Localización geográfica	1	3	3	5	3	5	1
<b>SUBTOTAL</b>		<b>246</b>	<b>260</b>	<b>289</b>	<b>296</b>	<b>312</b>	<b>374</b>	<b>276</b>
<b>TOTAL</b>		<b>540</b>	<b>642</b>	<b>707</b>	<b>717</b>	<b>709</b>	<b>855</b>	<b>580</b>

Tabla 4.1

#### 4.4 RECONOCIMIENTO DE LA ZONA

Haciendo una síntesis de la Tabla 4.1, se forma la nueva Tabla 4.2 que ofrece una mejor percepción de la zona más adecuada para localizar la planta de regeneración de aceite lubricantes usados.

FACTORES	ZONAS						
	W	NW	N	Ctro	SE	S	E
Condiciones climaticas	34	24	24	29	27	30	33
Desastres naturales	25	36	30	25	18	24	28
Características del lugar	25	31	31	36	31	39	23
Comunidad	16	19	17	18	25	20	25
Transportes y comunicaciones	59	82	89	87	71	102	50
Mano de obra	53	52	52	50	46	57	55
Fuentes de energía	49	66	72	75	69	81	51
Materia prima	33	72	103	102	109	128	38
Disponibilidad de agua	7	7	7	23	23	24	25
Consumidores	90	118	134	125	129	200	90
Contaminación	67	64	63	64	63	68	67
Política de desarrollo	78	67	80	77	93	77	89
Vulnerabilidad al ataque	5	5	6	7	6	7	5
TOTAL	540	642	707	717	709	855	580

Tabla 4.2

De la Tabla 4.2 se puede ver que la zona con más puntuación obtenida es la ZONA SUR (Querétaro, Hidalgo, México, Michoacan, Distrito Federal, Morelos y Guerrero) y eligiendo de esta zona el Estado de México ya que es un estado que se encuentra entre las tres zonas que obtuvieron las siguientes calificaciones más altas y dentro de este estado se ubicará la planta regeneradora de aceites lubricantes en el parque industrial de Toluca, ver Figura 4.2, por ser un lugar que guarda cierta equidistancia entre las ciudades con mayor parque vehicular (D.F., Toluca, Guadalajara, Monterrey), disponibilidad de servicios industriales, gran posibilidad de conseguir un terreno en este parque industrial, y aunque hay un gran mercado potencial en los parques de Naucalpan y Vallejo las políticas de gobiernos regionales impiden la construcción de más industrias en esa área.

Para tener un mayor panorama se realizó una investigación o reconocimiento global de la zona que arrojó varios datos de relevancia, entre ellos están los siguientes datos.

El Estado de México se ubica en la porción central de la República Mexicana, a una altitud que varía de 1330 a 2800 m, se divide en ocho regiones para estudios políticos y económicos. De estas ocho regiones solo nos ocuparemos de la región I, que es la correspondiente a Toluca [19].



Figura 4.2

#### 4.4.1 Geografía

Esta región esta delimitada entre los paralelos 18°50'28" y 19°34'54" de latitud Norte y entre los meridianos 99°14'10" y 99°56'02" de longitud Oeste; ubicada al centro del estado con una altitud que varia de los 2250 a 2740 m. Limita al Norte con la región de Atlacomulco y Zumpango, al Sur con la región de Coatepec Harinas, al Este con el Distrito Federal y al Oeste con las regiones de Valle de Bravo y Tejupilco. Posee un total de 2,939.22 km<sup>2</sup> (el 13.06% de la superficie total estatal), dicha región se divide en 24 municipios.

Al Noroeste y al sureste de la región se encuentran rocas producto de la actividad volcánica reciente, al Norte y al Oeste hay rocas con mezcla de cenizas volcánicas y materiales sedimentarios, mientras al Suroeste el suelo es producto de la actividad volcánica del Nevado de Toluca.

Los bosques mixtos son los que predominan al Suroeste. Al Sureste y al Este de la región intercalados con zonas de pastizal inducido. El Nevado de Toluca cuenta con pradera de alta montaña en alturas mayores de 3500 MSNM [19].

#### 4.4.2 Hidrografía

Por la Sierra Volcánica transversal escurren las corrientes principales que integran los orígenes del río Lerma, localizándose entre otras las lagunas de Almoloya del Río, Atizapan, Tenango del Valle, Texcalyacac y Lerma. Los embalses principales son: la presa Ignacio Ramírez con capacidad total de 20'500,000 m<sup>3</sup> y volumen almacenado de 11'485,000 m<sup>3</sup> y la José Antonio Alzate con capacidad de 35'300,000 m<sup>3</sup> y volumen almacenado de 14'080,00 m<sup>3</sup>, que junto con otros almacenamientos se ocupa en riego, usos pecuarios y domésticos. En casi toda la región la permeabilidad es alta, sin embargo la explotación de los acuíferos se encuentra sujeta a una veda rígida que no permite realizar extracciones para ningún fin.

Predomina en la planicie del Valle de Toluca el clima templado, la temperatura media anual va de 18°C a 22°C, la precipitación media anual es mayor de 700 mm, localizados en los municipios de Toluca y otros más [19].

#### 4.4.3 Agricultura y ganadería

La superficie total de uso agrícola es de 169,909.52 hectáreas, que con respecto a la cifra estatal de uso agrícola, representa el 18.4% y está conformada por 150,162.86 hectáreas de temporal y 19,746.66 hectáreas de riego, estas últimas son las que predominan en el municipio de Toluca. En el área de uso pecuario está compuesta por 19,621.78 hectáreas divididas en dos tipos: extensivo e intensivo, en ellas se tiene unicamente pastizal.

Existen además 7,477.71 hectáreas erosionadas la mayoría de ellas corresponde a cuerpos de agua y una parte a zonas urbanas contando con 28.18 hectáreas de zonas arqueológicas, 1,552.52 hectáreas de zonas industriales y 5,049.61 hectáreas dedicadas a otros usos. Las posibilidades de uso agrícola de la región, se reflejan en la existencia de una extensa zona de terrenos que pueden permitir la agricultura mecanizada continua, con aptitud media para el desarrollo de cultivos, la labranza y aplicación de riego. Las posibilidades de uso pecuario se encuentran en aquellos suelos en uso agrícola actualmente, que cubren casi toda la región, con aptitud media para el desarrollo de especies forrajeras y el establecimiento de pastizal cultivado, y los que escasamente existen con aptitud para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino, ubicados en algunas áreas. El posible uso forestal industrial con especies maderables con aptitud media de exportación en las técnicas de extracción, se localiza en terrenos que comprende zonas como la falda del Nevado de Toluca y parte de la Sierra Volcánica Transversal [19].

#### 4.4.4 Industria

Existen los parques industriales de Canaleja, Cuauhtémoc, El Cerrillo, Toluca, Toluca-Lerma en los cuales se encuentran 987 industrias aproximadamente de los más diversos ramos, por ejemplo automotriz, bebidas y alimentos, manufactureras de papel y sus derivados, fibras artificiales y sintéticas, manufactureras de equipos de instrumentos y equipos de precisión, cementeras, yeseras, caleras, huleras, petroquímicos, fabricación de maquinaria y equipo, entre las más importantes [20].

De estas industrias hay varias que son de interés para una industria regeneradora de aceites lubricantes, entre estas encontramos 5 fabricas de pinturas y 8 fabricas de barnices y esmaltes, pues estas usan el aceite como insumo para la producción de pinturas; 3 productoras de lubricantes de uso industrial y 8 industrias de productos químicos, con la cuales se puede llegar a tener relaciones comerciales [21].

#### 4.4.5 Comercio

Existen además diversos tipos de comercios, que suman más de 1070 establecimientos [20].

También de entre estos comercios encontramos 16 talleres de reparación y mantenimiento de automoviles, que son una de las fuentes de aceite sucio y a la vez compradores potenciales establecidos en la región [21].

#### 4.4.6 Servicios

La región cuenta con más de 45 establecimientos de banca (instituciones de crédito, de seguros, almacenes de depósito); servicios de transporte, un aeropuerto internacional y varios pistas secundarias, líneas de autobuses foraneos y comerciales, vías ferreas, etc. En cuanto a servicios de educación, en la región hay 4 normales, 2 tecnológicos, 1 universidad y 1 instituto cultural; servicios recreativos, 10 cines, 7 clubes y 117 restaurantes; servicios médicos, 2 hospitales del IMSS, 1 del ISSTE, 1 de Secretaría de Salud y un sin número de médicos particulares [20].

Tiene servicios de teléfono con clave LADA, telex, telégrafo, correo. Además hay 22 medios disponibles de publicidad, 1 canal de televisión, 5 de radio y 16 diarios; todos ellos locales [20] por lo que resta sumarle los de alcance nacional e internacional.

# **CAPITULO V**

## **INGENIERIA**

### **DEL**

## **PROCESO**

El cálculo de un proceso químico lleva consigo tres tipos de problemas, que aunque relacionados entre sí muy estrechamente dependen de principios técnicos completamente diferentes. El primer grupo de problemas se encuentra en la preparación de balances de materia y energía en el proceso y en el establecimiento de las misiones que han de cumplir las diferentes partes de la instalación. El segundo tipo de problemas es la determinación de las características específicas de las instalaciones del proceso necesarias para cumplir su misión. Bajo la tercera clasificación están los problemas de selección de aparatos y materiales, proyecto mecánico y la integración de las diferentes unidades dentro de un plan coordinado.

Estos tres tipos pueden designarse como problemas de proceso, operaciones básicas y problemas de cálculo de planta, respectivamente. En el cálculo de una planta estos problemas no se pueden separar y tratar cada uno individualmente sin considerar los otros. Sin embargo, a pesar de esta interdependencia en la aplicación, los tres tipos pueden separarse con ventaja para su estudio y desarrollo, a causa de los diferentes principios en que se basan. Los problemas de proceso son primordialmente químicos y físico-químicos en su naturaleza; los problemas de operaciones básicas son en su mayoría mecánicos pero donde puede entrar el criterio y la experiencia; los problemas de cálculo de planta son en una gran parte mecánicos y tiene algo de otros factores como: estáticos, funcionables, económicos, etc.

Es así, una vez planteada la problemática, recopilado todo lo relacionado al aceite lubricante, analizado el mercado y evaluado el lugar más apropiado para la ubicación física de la planta, es el momento de presentar la ingeniería del proceso implementado y la ingeniería de la planta en donde se llevará a cabo esta tarea. Como se mencionó anteriormente, por la extensión de esta parte del trabajo presentado se divide en dos capítulos: Ingeniería del Proceso en el Capítulo V, que trata los dos primeros tipos de problemas relatados en las líneas pasadas y la Ingeniería del Proyecto en el Capítulo VI, que abarca el último tipo de problema a lo que se hizo referencia.

Como se vio en el Estudio de Mercado (Capítulo III) es necesario que nuestro proceso sea muy versátil, pues a veces solo se desea purificar aceites de corte y de transformador y claro está, aceites lubricantes. O simplemente no regenerar completamente el aceite lubricante ya que hay industrias que luego lo requieren solamente para protección de piezas y maquinarias contra polvo, usarlo en máquinas y equipos más desgastados o que no requieren de un lubricante especial, etc.

Es así como un simple sistema de desalajo de partículas suspendidas por medio de filtración no es recomendable, debe ser parte del proceso más no formarlo en un 100%. Es por eso que los pasos de sedimentación y filtración se toman para formar parte del proceso descrito más adelante. Si se observa, los cuatro procesos restantes, mencionados al final del Capítulo II, también usan estas etapas de sedimentación y filtración.

Hay que eliminar en su totalidad los compuestos químicos (ácidos carboxílicos, aldehídos, cetonas, barnices, gomas, lacas, alcoholes, esterres, resinas, asfaltos, etc.) cosa que no hacen los procesos Milwaukee y Refinol y neutralizar el producto final nivelando su pH, cosa que no hace el proceso Youngton Miller. El único proceso que resta por evaluar, es el Texaco, pero este es muy caro y riesgoso por el consumo del catalizador níquel-molibdeno y el uso de hidrógeno, además de que requiere de un equipo más especial.

Además, estos últimos procesos son patentes y por tal no pueden ser instalados tal cual. Por lo tanto el proceso ha implementar es una modificación del Proceso Youngton Miller, cuyas variantes son esencialmente una predeshidratación y una floculación por medio de metasilicato de sodio y una neutralización final por medio de hidróxido de calcio. Este proceso garantiza: la restauración de las características originales de calidad de aceites básicos, un alto rendimiento en la recuperación del aceite, ser muy versátil y ser un proceso ecológicamente limpio como veremos en este Capítulo V y financieramente redituable como se demuestra en al Capítulo VII.

## 5.1 OPERACIONES UNITARIAS

Es necesario mencionar que por la interdependencia existente se consultaron varias referencias, no solo para determinar las etapas del proceso sino también para conocer la forma de llevarlo a cabo; para dicho fin se realizaron una serie de iteraciones para llegar a conocer pérdidas en equipo, reactivos, concentraciones y proporciones de los reactivos, tiempos de exposición, etc. y por ello mismo resulta difícil que un dato tenga en concreto una sola referencia. Las referencias consultadas para esta parte del problema son: [8], [10], [11], [13], [22], [23], [24] y [25].

De esta forma las operaciones unitarias del proceso que se implemento, optimizado de los ya existentes son las descritas a continuación.

### 5.1.1 Clasificación

Para lograr una buena eficiencia a lo largo de todo el proceso se homogeneizará el aceite a procesar. Esto es, se realizaran las diversas pruebas a los lotes recibidos para detectar la cantidad y características de los contaminantes contenidos y una vez hecho esto se podran mezclar los lotes que arrojen características similares, etiquetando o marcando el recipiente con un número de control. En realidad esta operación es un filtro que puede canalizar los diferentes tipos de aceites sucios.

Así en el caso de que un lote contenga un contaminante especial, peligroso o un sobre exceso de uno o varios contaminantes estos lotes se trataran en forma independiente y con aceites sucios que tengan condiciones de envejecimiento similares.

Esto también ayuda a tener un mejor control en el proceso y lograr una buena eficiencia, no desperdiciando reactivos en aceites que no estén sumamente contaminados, poder pasar por alto alguna etapa, o en su defecto producir un lote de aceite aún con contaminantes por no agregar y tratar este con otra cantidad de reactivo y/o tiempo de reacción.

Aquí se puede ver la gran importancia y la ayuda que puede dar toda la información recabada en el capítulo II.

### 5.1.2 Almacenamiento

El aceite sucio se recibirá en tambos de 200 lt de los proveedores o de carros tanque para posteriormente almacenarse la cantidad suficiente para que la fábrica pueda trabajar hasta una semana sin necesidad de suministro alguno. De esta forma se podrán evitar retrasos en los embarques, cierres imprevistos de los sitios de recolección, reubicación de los mismos o simplemente una espera para la acumulación del producto.

Más adelante se señalará la cantidad de aceite e insumos que se manejará, ya que es una parte muy importante para determinar el área requerida para almacenamiento.

### 5.1.3 Floculación

La primera operación para la regeneración de aceites lubricantes es la sedimentación; debido a que los aceites se reciben generalmente con cierta cantidad de agua, basura, tierra, partículas metálicas etc. Estas impurezas en el aceite envejecido deben retirarse en su totalidad ya que el agua da lugar a la formación de espuma, impidiendo el centrifugado y filtrado; mientras que las partículas sólidas pueden dañar tuberías y equipo de bombeo, aceleran la descomposición térmica del aceite.

Con el objeto de acelerar la sedimentación se debe agregar metasilicato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) en una proporción de 4.9 a 5.1 g  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ /l aceite sucio. Este compuesto es excelente para formar floculos que se asientan rápidamente gracias a su alto peso específico, que han incrementado debido a la incorporación de sustancias suspendidas en el aceite, venciendo de esta forma la fuerza de flotación y además elimina el agua excedente pues rompe cualquier emulsión aceite-agua.

Por lo general el aceite se calienta hasta 60°C como máximo, ya que no es conveniente elevar más la temperatura debido a que la evaporación de los diluyentes y combustibles aumentaría demasiado y restaría eficiencia al proceso. Para esto se tiene una etapa exclusiva para evaporar los diluyentes.

Tanto la dosificación del reactivo como el calentamiento del aceite se hacen en un extrusor tipo Rietz que tiene implementado un intercambiador de calor precisamente antes de llenar el tanque de sedimentación. De esta forma se tiene mayor eficiencia en la mezcla y calentamiento, evitándose corrientes de convección que impiden la

sedimentación cuando el suministro de calor es en el tanque mismo y también se descarta una mala reacción al agitar dentro del tanque, y además no se ocupa un motor eléctrico tan grande para este fin. El tiempo de reposo va de 3 a 4 horas pero manteniendo lo más posible la temperatura de 60°C por medio de un aislante térmico en el tanque.

Una vez concluida la operación se bombean las diferentes fracciones; lodos y agua a desperdicios, y el aceite clarificado al tanque de acidulación para su posterior tratamiento.

#### 5.1.4 Coagulación

La operación de coagulación o acidulación es la más difícil dentro del proceso, ya que ésta determina gran parte de la calidad final del producto. En realidad no existe ningún método para fijar la cantidad de ácido sulfúrico a usar ya que desgraciadamente la acción del ácido sulfúrico no es selectiva, su reacción no es estequiométrica, los aceites provienen de varios crudos, los aceites tienen varios grados de pH, la cantidad de asfaltos en el aceite a tratar es desconocida y depende de muchos factores más.

Es aquí donde juega un papel muy importante la clasificación para poder tener una materia prima con cualidades muy similares y además saber el rango de estas.

Sin embargo se puede admitir que la naturaleza química del aceite es la misma (pués se mezclan grandes volúmenes para obtener calidades medias), su índice pH será directamente proporcional a su grado de envejecimiento y experimentalmente se ha determinado que la cantidad necesaria del ácido sulfúrico va de 15 a 24 ml/l aceite floculado.

La acción del ácido sulfúrico es física y química, su acción física se debe a la absorción de los asfaltenos en oleosol y su acción química a la descomposición por oxidación, sulfanación y polimerización.

El aceite a tratar debe estar a una temperatura de 45°C y dosificarle el ácido sulfúrico con la relación descrita anteriormente mientras se mezcla por espacio de  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{1}{4}$  hora, tiempo requerido para que se lleve a cabo la reacción ya sea con medios mecánicos y/o inyección de aire, y posteriormente se debe centrifugar la mezcla porque no es conveniente una acción prolongada del ácido sulfúrico sobre el aceite, ya que destruye algunos compuestos valiosos del aceite como los parafínicos y aromáticos y llevando un buen control de esta operación muchas veces ya no es necesario neutralizar. El aceite coagulado se envía a otro tanque para el tratamiento con arcillas mientras que los residuos son manejados escrupulosamente.

Se utiliza ácido sulfúrico de 95 a 98% de pureza, se agrega este ácido con el fin de transformar las sustancias solubles en sustancias suspendidas de alto peso específico como son las sales metálicas de ácidos sulfónicos del petróleo capaces de precipitarse por la acción de la gravedad, además desdobra los polímeros de alto peso molecular provenientes de los aditivos.

### 5.1.5 Absorción

El siguiente paso en el proceso implementado, es el tratamiento con arcillas (tierras Fuller o tierras diatomáceas) y tienen como fin: decolorar el aceite, eliminar los últimos restos de ácido mineral y eliminación de compuestos polares que originan la formación de carbón durante el posterior servicio.

La primera condición para un buen proceso de absorción, es que las operaciones de floculizado y coagulado se hayan efectuado correctamente; es indispensable que el aceite por decolorar esté completamente libre de todo ácido y agua. Porque el ácido inhibe el poder absorbente de las arcillas y dificulta mucho la filtración, mientras que el agua reduce el poder neutralizante que tienen las arcillas ya que estas son hidrocólicas. El análisis químico de las arcillas o tierras Fuller es el siguiente, ver la *Tabla 5.1*.

COMPUESTO	%
Oxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ )	70.9
Oxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	17.0
Oxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	3.9
Oxido de magnesio ( $\text{MgO}$ )	3.2
Trióxido de azufre ( $\text{SO}_3$ )	1.8
Oxido de calcio ( $\text{CaO}$ )	1.6
Oxido de sodio o de potasio ( $\text{K}_2\text{O}, \text{Na}_2\text{O}$ )	1.0
Oxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ )	0.6

*Tabla 5.1*

Se agregan las arcillas al aceite con el fin de remover las sustancias en solución que aún contenga el mismo, la cantidad necesaria de arcillas es de 25 a 40 g/l aceite coagulado. El aceite debe estar a 80°C y el tiempo que deben estar en contacto las arcillas con el aceite es de 3/4 hora teniendo que agitarse con medios mecánicos y/o inyección de aire. Los primeros 30 minutos de mezclado son para ir dosificando las arcillas y los últimos 15 para una correcta absorción.

Es de gran importancia recalcar que la combinación del ácido y arcillas es la mejor forma de regenerar el aceite, ya que de esta forma es como se pueden remover sustancias como los polímeros de altos pesos moleculares tales como metacrilatos los cuales dan a los aceites un elevado índice de viscosidad.

### 5.1.6 Destilación

Para quitar del aceite aquellos residuos de sustancias ajenas a él y que tienen la característica de ser más volátiles, se realiza una destilación. Este proceso también sirve para separar del aceite un porcentaje de las arcillas adicionadas en la etapa anterior. Dicha destilación se realizará por espacio de una hora a 140°C y a una presión de 200 mm de Hg de vacío.

Una vez que se tengan las condiciones mencionadas se drena una corriente de lodos que pasan a almacenamiento y parte restante pasa a la siguiente etapa del proceso. Hay una otra corriente de volátiles, tales como: combustibles, diluyentes, aditivos, etc.

### 5.1.7 Neutralización

Con el fin de disminuir la posible acidez del aceite, proveniente de algún posible cambio de su pH en la destilación, se agrega hidróxido de calcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) en proporción de 2 a 5 ml/L aceite destilado. El hidróxido de calcio debe estar finamente pulverizado y suministrarse cuando el aceite esta a una temperatura de 90°C agitándose vigorosamente.

Cuando se hayan adicionado el 80% del hidróxido de calcio calculado se debe examinar la reacción del aceite al naranja de metilo, pues un exceso de este reactivo es fatal ajustándose la cantidad del reactivo necesario. Esta operación es de una hora de agitación constante ya sea por medios mecánicos y/o inyección de aire.

### 5.1.8 Filtración

Para remover el material en suspensión se realiza un nuevo filtrado, pero no por medio de centrifugadoras sino a presión ya que la cantidad de sólidos suspendidos es mucho mayor, bombeando la mezcla aceite-arcilla a un tándem de filtros prensa debiendo estar la mezcla a 70°C para mejorar el efecto de filtración. El aceite filtrado se pasa a un último tanque para su adición de aditivos. Además de su poder decolorante, las arcillas le confieren al aceite buenas propiedades para su filtración.

### 5.1.9 Aditivos

Para obtener el aceite lubricante con las características requeridas, se le adicionan los aditivos convenientes, dependiendo del uso o clasificación que vaya a tener el aceite. Generalmente la proporción de los aditivos es de 60 a 80 ml/l aceite filtrado, debiendo mezclarse por espacio de una hora.

### 5.1.10 Muestreo

Con el fin de garantizar la calidad del producto se tomarán muestras de aceite en cada paso del proceso sometiendo a un estricto análisis en el laboratorio para comprobar la efectividad de cada una de las operaciones. Todas estas pruebas se realizarán conforme a las normas mencionadas en el punto 1.1.5 y además el muestreo se hará conforme a el método de Toma y Manejo de Muestras de Lubricantes Usados [26].

Es necesario mencionar que no todas las operaciones descritas con anterioridad se deben llevar a cabo, todo esto depende del tipo y condiciones del aceite sucio a regenerar.

Para aceites de corte se sedimentan sin ningún tipo de reactivo para quitar exceso de virutas, después solo se centrifugan (sedimentación forzada) y se filtran pudiendo calentarse hasta 40°C para después agregarles algún tipo de aditivo si es necesario. Para aceites de transformador solo se centrifugan, filtran y agregan aditivos de ser necesario, al igual que a los aceites de corte.

En el caso de aceites lubricantes, si las pruebas dan como resultados agua por debajo de 7% y sedimentos por debajo de 3% se pasa por alto la etapa de floculación, si las pruebas arrojan un pH básico la etapa de neutralización no se realiza, y si además el cliente requiere de un producto para lubricación superficial, como paliativo, no se agregan aditivos.

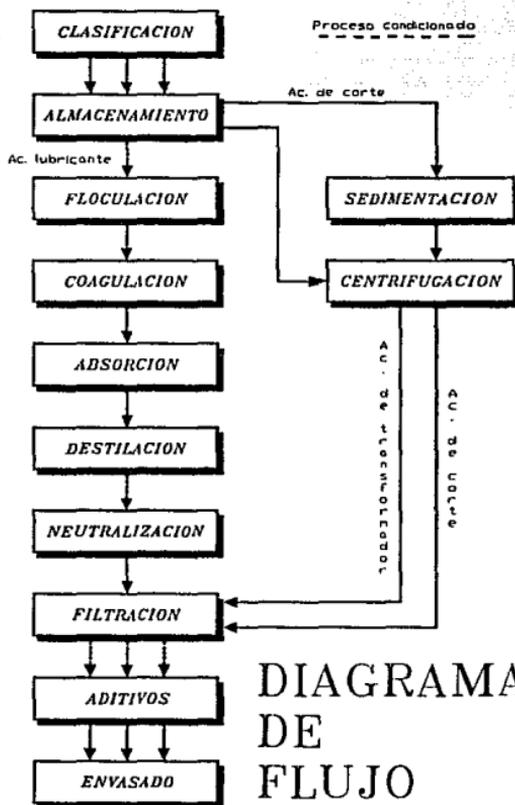
### 5.2 DIAGRAMA DE FLUJO

En el *Diagrama* que se muestra a continuación se ven las diferentes alternativas de flujo, dependiendo del aceite que se trate y de su aplicación, de esta forma se puede visualizar mejor la interacción de las operaciones durante el proceso.

### 5.3 BALANCE DE MASA

En el segundo *Diagrama* se muestra el respectivo balance de masa para la regeneración total de 10,000 l/día de aceite lubricante. Este balance corresponde al paso del aceite por todas las etapas del proceso pero aún así pueden variar las cantidades de reactivos pues depende de las condiciones del aceite sucio.

Para la para determinación de cantidades de reactivos requeridos y desperdicios generados se tomaran las máximas cantidades de reactivos permisibles y desechos posibles para obtener el balance en condiciones extremas.



Considerando que en la floculización se pierde el 10% usando floculizador y que la densidad del aceite sucio es de 930 kg/m<sup>3</sup>, tenemos:

$$\begin{aligned}
 M_{Ac\ Suc} &= V_{Ac\ Suc} \delta_{Ac\ Suc} = 10000\ l (0.930\ kg/l) = 9300\ kg \\
 M_{Sl} &= V_{Ac\ Suc} \xi_{Sl} = 10000\ l (0.0051\ kg/l) = 51\ kg \\
 M_{Ac\ Sed} &= M_{Ac\ Suc} \xi_{Per} = 9300 (0.10) = 930\ kg \\
 M_{Sed} &= M_{Sl} + M_{Ac\ Sed} = 51\ kg + 930\ kg = 981\ kg \\
 M_{Ac\ Flo} &= M_{Ac\ Suc} - M_{Ac\ Sed} = 9300\ kg - 930\ kg = 8370\ kg
 \end{aligned}$$

Para la etapa de coagulación se pierde el 7%, densidad de aceite floculizado 915 kg/m<sup>3</sup>, densidad del ácido sulfúrico 1840 kg/m<sup>3</sup> tenemos:

$$\begin{aligned}
 M_{Aci} &= V_{Ac\ Flo} \xi_{Aci} = (M_{Ac\ Flo} / \delta_{Ac\ Flo}) (\xi_{Aci} \delta_{Aci}) = \\
 &= (8370\ kg / 0.915\ kg/l) (0.024\ l/l) (1.84\ kg/l) = 404\ kg \\
 M_{Ac\ Sed} &= M_{Ac\ Suc} \xi_{Per} = 9300\ kg (0.07) = 651\ kg \\
 M_{Sed} &= M_{Aci} + M_{Ac\ Sed} = 404\ kg + 651\ kg = 1055\ kg \\
 M_{Ac\ Con} &= M_{Ac\ Flo} - M_{Ac\ Sed} = 8370\ kg - 651\ kg = 7719\ kg
 \end{aligned}$$

Como se explicó, en la etapa de absorción no hay generación de desperdicios, siendo la densidad del aceite coagulado de aproximadamente 905 kg/m<sup>3</sup>:

$$\begin{aligned}
 M_{Arc} &= V_{Ac\ Con} \xi_{Arc} = (M_{Ac\ Con} / \delta_{Ac\ Con}) (\xi_{Arc}) = \\
 &= (7719\ kg / 0.905\ kg/l) (0.04\ kg/l) = 341\ kg \\
 M_{Ac\ Ade} &= M_{Ac\ Con} + M_{Arc} = 7719\ kg + 341\ kg = 8060\ kg
 \end{aligned}$$

En la etapa de destilación hay dos pérdidas, una por los volátiles desperdicios (1% del aceite sucio) y otra por las arcillas (70% de las arcillas) sedimentadas con algo de aceite (4% del aceite sucio) quedando lo siguiente:

$$\begin{aligned}
 M_{Ac\ Eva} &= M_{Ac\ Suc} \xi_{Per} = 9300\ kg (0.01) = 93\ kg \\
 M_{Ac\ Sed} &= M_{Ac\ Suc} \xi_{Per} = 9300\ kg (0.04) = 372\ kg \\
 M_{ArcSed} &= M_{Arc} \xi_{Per} = 341\ kg (0.70) = 239\ kg \\
 M_{Sed} &= M_{ArcSed} + M_{Ac\ Sed} = 239\ kg + 372\ kg = 611\ kg \\
 M_{Ac\ Des} &= M_{Ac\ Ade} - (M_{Ac\ Eva} + M_{Sed}) = \\
 &= 8060\ kg - (93\ kg + 611\ kg) = 7356\ kg
 \end{aligned}$$

La densidad de aceite destilado es de 908 kg/m<sup>3</sup>, mientras que la del hidróxido de calcio es de 2200 kg/m<sup>3</sup>, quedando la siguiente cantidad de aceite purificado:

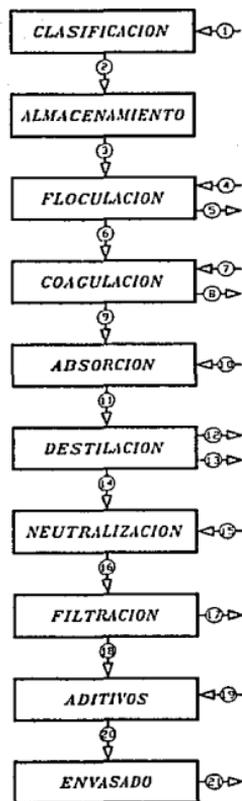
$$\begin{aligned}
 M_{\text{Hid}} &= V_{\text{Ac Des}} \cdot \rho_{\text{Hid}} = (M_{\text{Ac Des}} / \rho_{\text{Ac Des}}) (\rho_{\text{Hid}}) = \\
 &= (7356 \text{ kg} / 908 \text{ kg/l}) (0.005 \text{ l/l}) (2.2 \text{ kg/l}) = 89 \text{ kg} \\
 M_{\text{Ac Neu}} &= M_{\text{Ac Des}} + M_{\text{Hid}} = 7356 \text{ kg} + 89 \text{ kg} = 7445 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

En la etapa de filtración se eliminan el resto de las arcillas (30% del inicial) y un 3% del aceite inicial se pierde en esta operación, por consiguiente el balance de masa para esta etapa es:

$$\begin{aligned}
 M_{\text{Ac Sed}} &= M_{\text{Ac Suc}} \cdot \rho_{\text{Per}} = 9300 \text{ kg} (0.03) = 279 \text{ kg} \\
 M_{\text{Arc Fil}} &= M_{\text{Arc}} \cdot \rho_{\text{Per}} = 341 \text{ kg} (0.30) = 102 \text{ kg} \\
 M_{\text{Sed}} &= M_{\text{Ac Sed}} + M_{\text{Arc Fil}} + M_{\text{Hid}} = 279 \text{ kg} + 102 \text{ kg} + 89 = 470 \text{ kg} \\
 M_{\text{Ac Fil}} &= M_{\text{Ac Neu}} - M_{\text{Sed}} = 7445 \text{ kg} - 470 \text{ kg} = 6975 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Después de la etapa de filtración la densidad del aceite cambia a 893 kg/m<sup>3</sup>. En cambio la densidad de los aditivos es muy variada por lo cual solo se hará el balance en volumen:

$$\begin{aligned}
 V_{\text{Adi}} &= V_{\text{Ac Fil}} \cdot \rho_{\text{Adi}} = (M_{\text{Ac Fil}} / \rho_{\text{Ac Fil}}) \cdot \rho_{\text{Adi}} = \\
 &= (6975 \text{ kg} / 893 \text{ kg/l}) (0.080 \text{ l/l}) = 625 \text{ l} \\
 V_{\text{Ac Rez}} &= V_{\text{Ac Adi}} + V_{\text{Ac Fil}} = V_{\text{Ac Adi}} + M_{\text{Ac Fil}} / \rho_{\text{Ac Fil}} = \\
 &= 625 \text{ l} + 6975 \text{ kg} / 0.893 \text{ kg/l} = 8436 \text{ l}
 \end{aligned}$$



## BALANCE DE MASA

FLUJO	CONCEPTO	MASA (kg)	$\delta$ (kg/m <sup>3</sup> )	T (°C)	$\mu$ (cp)
1	Ac. Sucio	9300	930	Amb.	180
2	Ac. Sucio	9300	930	Amb.	180
3	Ac. Sucio	9300	930	60	180
4	Met. de Sodio	51		60	
5	Sedimento	981		45	
6	Ac. Flocluzado	8370	915	45	165
7	Acido Sulfurico	404	1840	Amb.	
8	Sedimento	1055		20	
9	Ac. Coagulado	7719	905	20	125
10	Arcillas	341	3028	Amb.	3000
11	Ac. Absorbido	8060	933	80	140
12	Vapores	93		140	
13	Fondos	611		140	
14	Ac. Destilado	7356	909	140	135
15	Hid. de calcio	89	2200	50	
16	Ac. Neutralizado	7445	920	50	135
17	Sedimento	470		Amb.	
18	Ac. Filtrado	6975	893	Amb.	115
19	Aditivos	625	l	Amb.	
20	Ac. Regenerado	8436	l	Amb.	
21	Ac. Regenerado	8436	l	Amb.	

## 5.4 REQUERIMIENTO DE EQUIPO

Los requerimientos de equipo se harán considerando que diariamente se procesarán 10,000 l de aceite sucio como se acordó en el Capítulo III. Y de igual forma que para la implementación del proceso, se consultaron las siguientes referencias: [23], [24], [25], [27] y [28].

Independientemente de que el método elegido está optimizado, se explicó que es conveniente tener varias líneas de producción para diferentes tipos y calidades de la materia prima. Partiendo de esta consideración la planta tendrá 5 líneas de producción, 2 de ellas con una capacidad de 2600 l/día y las 3 restantes de 1600 l/día de aceite sucio, una línea de producción extra para absorber las producciones pico y los posibles mantenimientos correctivos y preventivos en cualquiera de las líneas principales y una línea piloto o de experimentación que podrá servir también para pequeñas cantidades de aceite sucio con características muy especiales. La línea extra tendrá una capacidad de 1600 l/día y la línea experimental de tan solo 200 l/día.

### 5.4.1 Almacenamiento

Para el almacenamiento del aceite sucio y aceite regenerado se contará con aproximadamente 80 tambos de 200 l y 80 tambos de 50 l de lámina de fierro; en cuanto a los aditivos, estos se almacenarán en 156 tambos de 20 l c/u y para el ácido sulfúrico se tendrán 22 tambos de 50 l c/u.

### 5.4.2 Floculación

Para esta etapa se contará con 6 tanques de floculación de acero al carbón con forma cónica en el fondo y recubiertos con un aislante térmico, 2 de 2600 l (3.31 m x 1.0 m  $\phi$ ) y 4 de 1600 l (3.18 m x 0.80 m  $\phi$ ). Los tanques deben contar con una purga para la descarga de sedimentos y de varias tomas a diferentes alturas para drenar el aceite floculizado a los mezcladores de coagulación.

Las respectivas bombas de lóbulos para el desalojo de desechos de cada una de las líneas serán de  $\frac{1}{2}$  HP, además de un total de seis extrusores tipo Rietz con intercambiadores de calor incluidos de 3 HP.

Un recipiente de paso para la alimentación del aceite de los tambos a los extrusores, la alimentación se realizará con la ayuda de una compresora de 5 HP. Esta compresora tiene como función presurizar los tambos de aceite para forzar en un principio el flujo de aceite sucio al tanque de paso, de esta forma se evitan grandes desgastes en bombas y se pueden mezclar desde el principio aceites de varios tanques aún antes de entrar al extrusor Rietz.

### 5.4.3 Coagulación

Aquí se requiere de 6 tanques mezcladores de acero al carbón con un recubrimiento vidriado o cromado en la parte interior, con descarga en el fondo y contará con 4 desviadores de  $1/12 \phi_{int}$  del tanque, 2 de 2600 l (2.30 m x 1.20 m  $\phi$ ) y 4 de 1600 l (2.26 m x 0.95 m  $\phi$ ),

Seis motores eléctricos para el accionamiento de las turbinas; 2 de 5 HP y 4 de  $1\frac{1}{2}$  HP, 6 ejes de transmisión con sus respectivos juegos de turbinas de 6 aspas con  $45^\circ$  de inclinación con respecto al eje de transmisión y motoredutores para que las turbinas giren a 380 rpm. El diámetro de las turbinas es de 42 y 33 cm para los tanques de 2600 y 1600 l respectivamente. Además se necesitan 6 bombas de émbolo para la alimentación a los tanques de coagulación; 2 de 5 HP y 4 de  $1\frac{1}{2}$  HP.

Para la centrifugación, esta se hará por medio de 6 filtros centrifugadores de 2 HP que deberán girar a 4000 rpm. Las bombas (1 por línea) para el desalojo de desechos serán de engranes de  $\frac{1}{2}$  HP y construidas con un acero TB por la alta concentración de ácido sulfúrico (39%).

### 5.4.4 Absorción

La absorción se lleva a cabo en 6 reactores de acero al carbón, 2 de 2600 l (2.30 m x 1.20 m  $\phi$ ) y 4 de 1600 l (2.26 m x 0.95 m  $\phi$ ). Los tanques deben tener además un serpentín para vapor para elevar el aceite y arcillas a  $80^\circ\text{C}$ .

Para realizar la mezcla se requiere además de 6 motores eléctricos para el accionamiento de las turbinas; 2 de 4 HP y 4 de 1 HP, 6 ejes de transmisión con sus respectivos juegos de turbinas y una igual cantidad de motoredutores para que giren a 130 rpm. Las turbinas son de 6 aspas sin inclinación y de 60 y 43 cm de diámetro para los tanques de 2600 y 1600 l respectivamente.

### 5.4.5 Destilación

Para esta etapa se necesita un condensador, una torre de enfriamiento y de dos caldera con las siguientes características: 80 HP, eficiencia de 80% aproximadamente, presión de 9 bar, temperatura de  $200^\circ\text{C}$  y un gasto de 1235 kg/h de vapor y con un consumo de  $\text{m}^3$  de gas natural.

El equipo descrito en la operación anterior es el mismo que se utiliza en la destilación, pero se requiere además que los reactores cuenten con una tapas y 6 bombas de vacío de 3 HP a 3500 rpm para poder realizar un vacío de 200 mm de Hg. Finalmente debe haber 6 bombas de lóbulos para el desalojo de desechos de  $\frac{1}{2}$  HP.

#### 5.4.6 Neutralización

Los equipos descritos en la etapa de absorción son los mismos que se ocupan en la etapa de neutralización del aceite. En realidad el equipo de mezcla está diseñado para trabajar con las condiciones de neutralización que son más extremas que las de absorción y destilación, en cambio el diseño del recipiente está diseñado para la etapa de destilación donde se trabaja a una baja presión.

#### 5.4.7 Filtración

Se requiere de 12 tándem de filtros prensa, constituido cada uno por 7 marcos o celdas con una área de filtración de 7 pie<sup>2</sup> que deben alimentarse a una velocidad de 22 l/min por m<sup>2</sup> de área filtrante. Los primeros 6 tándem de filtros detiene sólidos de hasta 200 micras, mientras que el segundo juego de 60 a 40 micras.

También es necesario 6 bombas de émbolo con una presión de descarga de 345 kPa y una potencia de 2 HP c/u.

#### 5.4.8 Aditivos

Aquí se requiere de 6 tanques mezcladores de acero al carbón con 4 desviadores de 1/12  $\phi_{in}$  del tanque, 2 de 2600 l (2.30 m x 1.20 m  $\phi$ ) y 4 de 1600 l (2.26 m x 0.95 m  $\phi$ ). Seis motores eléctricos para el accionamiento de las turbinas de mezclado, 2 de 4½ HP y 4 de 1½HP, 6 ejes de transmisión con sus respectivos juegos de turbinas de 6 aspas con 45° de inclinación con respecto al eje de transmisión y motoreductores para que las turbinas giren a 380 rpm. El diámetro de las turbinas es de 42 y 33 cm para los tanques de 2600 y 1600 l respectivamente.

#### 5.4.9 Envasado

Finalmente se necesita de 6 bombas de émbolo con una capacidad de 4½ HP para el llenado de los tambos con aceite regenerado.

### 5.5 BALANCE DE ENERGIA

En el Diagrama siguiente se muestra de igual manera el balance de energía para la regeneración total de 10,000 l/día de aceite lubricante sucio. Este balance también puede cambiar, pues depende de las condiciones que tenga la materia prima, además para esta contabilización del gasto de energía se tomarán las siguientes consideraciones.

- Sólo se realizarán los cálculos pertinentes para conocer el consumo de energía en aumentar la temperatura del aceite, consumo de energía eléctrica por los principales motores en el proceso.
- Para la temperatura ambiental, se tomará la temperatura promedio mensual de Toluca que es de 12.7°C [19].
- Se tomarán los siguientes datos para el Cp del aceite: 2.423 (260°C), 2.219 (149°C) kJ/kg °C [28] y haciendo una extrapolación se tiene: 1.962 (12.7°C), 2.051 (60°C), 2.089 (80°C), 2.108 (90°C), 2.202 (140°C) kJ/kg°C.
- De igual manera, el Cp de las arcillas es de: 0.694 kJ/kg°C (80°C), 0.711 (90°C), 0.797 (140°C) [28].
- El tiempo de operación de las bombas de alimentación para tanques de acidulación es de : 12 minutos, mientras que para los de envasado es de : 10 y 7 minutos para los tanques de 2600 y 1600 l respectivamente.
- El tiempo de operación de las bombas de desalojo es de aproximadamente 20 minutos, el de los extrusores de 10.
- Tiempo de operación de las centrifugas de : 25 y 17 minutos mientras que el tiempo de trabajo de las bombas para la filtración de: 54 y 32 minutos para las líneas de 2600 y 1600 l respectivamente en ambos casos.
- Tiempo de operación de las bombas para envasado de : 10 y 7 minutos para las líneas de 2600 y 1600 l respectivamente.

Se debe atender en los casos para cuando se tengan diferentes potencias o tiempos de operación en equipos ocupados para el mismo fin en algunas de las etapas.

En la etapa de floculización el aceite se eleva de una temperatura ambiente, 12.7°C, a 60°C. En este caso el metasilicato de sodio también se tendrá que calentar pero por su bajo porcentaje de participación de masa (0.53%) no se tomará en cuenta la aportación de su Cp, pero para minimizar este error si se tomará en cuenta su masa, como si este fuera aceite:

$$\begin{aligned}
 C_{Ac Flo} &= (M_{Ac Suc} + M_{Si}) C_{pAc} \Delta T = \\
 &= (9300 \text{ kg} + 51 \text{ kg}) (2.051 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}) (47.3^\circ\text{C}) = \\
 &= 907.16 \text{ MJ}
 \end{aligned}$$

además se consume energía eléctrica por los 5 motores de los extrusores Rietz y 5 motores de las bombas para desalojo de residuos (5 líneas de producción) y compresora, dicho consumo es de:

$$E_{Com} = \#_{mot} P_{mot} t_{op} = 1 (3730 \text{ W}) (1800 \text{ s}) = 6.71 \text{ MJ}$$

$$E_{Ist} = \#_{mot} P_{mot} t_{op} = 5 (2238 \text{ W}) (600 \text{ s}) = 6.71 \text{ MJ}$$

$$E_{Res} = \#_{mot} P_{mot} t_{op} = 5 (373 \text{ W}) (1200 \text{ s}) = 2.240 \text{ MJ}$$

$$E_{Com} + E_{Ist} + E_{Res} = 15.66 \text{ MJ}$$

Para la etapa de coagulación encontramos que no hay aumento de temperatura, pues de prevee que el aceite al final de la etapa anterior salga con una temperatura de 45°C, siendo que resto del calor se disipo al medio ambiente. Sin embargo, el consumo de energía eléctrica es considerable por los 5 juegos centrifugas, motores de mezcla para llevar a cabo la reacción, de bombas de alimentación del aceite floculado y bombas de desalojo de desechos.

$$E_{Ali} = \#_{mot} P_{mot} t_{op} = 2 (3357 \text{ W}) (720 \text{ s}) + 3 (1119 \text{ W}) (720 \text{ s}) = 7.25 \text{ MJ}$$

$$E_{Mez} = \#_{mot} P_{mot} t_{op} = 2 (3730 \text{ W}) (2700 \text{ s}) + 3 (1119 \text{ W}) (2700 \text{ s}) = 29.21 \text{ MJ}$$

$$E_{Cen} = \#_{mot} P_{mot} t_{op} = 2 (1492 \text{ W}) (1500 \text{ s}) + 3 (1492 \text{ W}) (1020 \text{ s}) = 9.04 \text{ MJ}$$

$$E_{Res} = \#_{mot} P_{mot} t_{op} = 5 (373 \text{ W}) (1200 \text{ s}) = 2.24 \text{ MJ}$$

$$E_{Ali} + E_{Mez} + E_{Cen} + E_{Res} = 47.74 \text{ MJ}$$

En la etapa de absorción, de igual manera que en la etapa de floculación, se consume calor para elevar el aceite de 20°C (aproximadamente la temperatura final de etapa pasada) a 80°C, y las arcillas de 12.7 a 80°C, siendo esta cantidad de:

$$C_{Ac Ads} = M_{Ac Con} C_{PAc} \Delta T + M_{Arc} C_{PArc} \Delta T = \\ = 7719 \text{ kg} (2.089 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}) (60^\circ\text{C}) + \\ + 341 \text{ kg} (0.694 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}) (67.3^\circ\text{C}) = 983.43 \text{ MJ}$$

en este caso no hay bombas de alimentación tal cuales, esta función la desempeñan las centrifugas de la operación pasada y solo hay que tomar en cuenta el consumo de electricidad por motores de mezcla, cuyo consumo es el siguiente:

$$E_{Mez} = \#_{mot} P_{mot} t_{op} = 2 (2984 \text{ W}) (1800 \text{ s}) + 3 (746 \text{ W}) (1800 \text{ s}) = 14.77 \text{ MJ}$$

Para la destilación si hay aumento de temperatura, de los 80°C con que termina la etapa anterior a 140°C, siendo que la mezcla que se va a calentar esta compuesta por el aceite coagulado y las arcillas, siendo la energía necesaria de:

$$\begin{aligned}
 C_{Ac\ Des} &= M_{Ac\ Cos} C_{pAc} \Delta T + M_{Arc} C_{pArc} \Delta T = \\
 &= 7719 \text{ kg} (2.202 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}) (60^\circ\text{C}) + \\
 &+ 341 \text{ kg} (0.797 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}) (60^\circ\text{C}) = 1036.141 \text{ MJ}
 \end{aligned}$$

notar que el destilado se realiza en el mismo tanque no hay consumo extra por bombas de alimentación pero en cambio si hay consumo de energía eléctrica por los mezcladores, bombas de desalzo de residuos y bombas de vacío, siendo el consumo de:

$$\begin{aligned}
 E_{Mez} &= \#_{mot} P_{mot} t_{op} = 2 (2984 \text{ W}) (600 \text{ s}) + 3 (746 \text{ W}) (600) = \\
 &= 4.92 \text{ MJ}
 \end{aligned}$$

$$E_{Vac} = \#_{mot} P_{mot} t_{op} = 5 (2238 \text{ W}) (600 \text{ s}) = 6.71 \text{ MJ}$$

$$E_{Res} = \#_{mot} P_{mot} t_{op} = 5 (373 \text{ W}) (1200 \text{ s}) = 2.24 \text{ MJ}$$

$$E_{Mez} + E_{Vac} + E_{Res} = 13.88 \text{ MJ}$$

De igual manera, para la etapa de neutralización solo hay gasto de energía por la operación de los motores de mezclado ya que no hay calentamiento y la operación se realiza en el mismo tanque de absorción y destilación. El consumo de electricidad en esta operación es de:

$$\begin{aligned}
 E_{Mez} &= \#_{mot} P_{mot} t_{op} = 2 (2984 \text{ W}) (3600 \text{ s}) + 3 (746 \text{ W}) (3600 \text{ s}) = \\
 &= 29.54 \text{ MJ}
 \end{aligned}$$

hay que tomar en cuenta que la temperatura del aceite destilado es de 140°C por lo que hay que retirar calor para dejar la mezcla a los 90°C que se recomienda. Si además el enfriamiento se realiza con agua de alimentación para la caldera o de vestidores se puede tener un ahorro significativo de combustible, fijando una temperatura final del agua de 60°C el agua calentada es de:

$$\begin{aligned}
 C_{Ac\ Neu} &= (M_{Ac\ Des} C_{pAc} + (M_{Arc} + M_{Hid}) C_{pArc}) \Delta T = \\
 &= [7254 \text{ kg} (2.108 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}) + \\
 &+ (102 \text{ kg} + 89 \text{ kg}) (0.711 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C})] 60^\circ\text{C} = 925.63 \text{ MJ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{Agua} &= C_{Ac\ Neu} / (C_{pAgua} T) = \\
 &= 925.63 \text{ MJ} / (4.186 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} 57.3^\circ\text{C}) = 3859 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

# ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

En la etapa de filtración se estima que el calor disipado del aceite neutralizado hace descender la temperatura hasta 70°C y por lo tanto el único consumo es de electricidad de los motores de las bombas de émbolo, siendo este consumo de:

$$E_{Mcz} = \#_{mot} P_{mot} t_{op} = 2 (746 W) (3120 s) + 3 (726 W) (1920 s) = 8.95 MJ$$

Para la etapa de aditivos solo hay gasto de energía por la operación de los motores de mezclado, ya que no hay calentamiento alguno y la alimentación es por gravedad; de los recolectores de filtros al tanque de agregado de aditivos. El consumo en esta operación es de:

$$E_{Mcz} = \#_{mot} P_{mot} t_{op} = 2 (3357 W) (3600 s) + 3 (1119 W) (3600 s) = 36.26 MJ$$

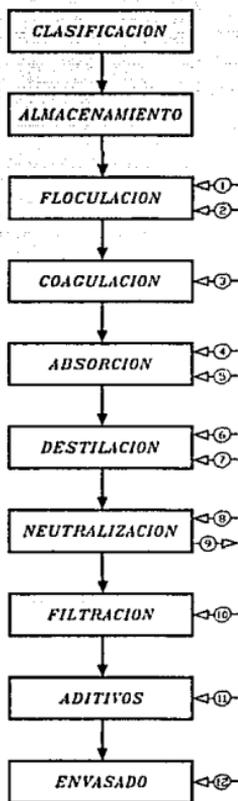
Finalmente las bombas para el llenado de los tambos consumen:

$$E_{Mcz} = \#_{mot} P_{mot} t_{op} = 2 (3357 W) (600 s) + 3 (3357 W) (420 s) = 8.26 MJ$$

## 5.6 CONTAMINACION DEL PROCESO IMPLEMENTADO

La problemática ambiental generada por la realización de grandes proyectos de desarrollo, tanto del sector público, como del social o privado, hicieron necesario que las autoridades de administraciones pasadas replantearan sus políticas mediante la instrumentación y adecuación de medidas y estrategias de prevención y control ambiental, derivando en una serie de normas y criterios técnicos-administrativos, tendientes a proteger el medio ambiente. No obstante lo anterior, hasta la fecha, en la mayoría de los casos, tanto las normas y criterios como los programas de medidas orientadas a la protección de calidad ambiental han sido aplicadas con un carácter correctivo y no preventivo como se pretendió en su elaboración.

La planeación, a partir del ordenamiento jurídico ecológico y la evaluación de los impactos ambientales de los planes y proyectos a desarrollar, es una de las mejores herramientas disponibles para prevenir y mitigar deterioros significativos a la calidad ambiental, resultando ser menos costosa que la ejecución de acciones correctivas que requieren mayores recursos económicos y humanos, y tiempo para el logro de resultados favorables. Por este motivo se trata este punto en el presente trabajo y se da a conocer el impacto ambiental que tendría un proyecto de esta envergadura.



## BALANCE DE ENERGIA

FLUJO	CONCEPTO	ENERGIA (M.J)
1	Calor	90716
2	Energia electrica	15.66
3	Energia electrica	47.74
4	Calor	983.43
5	Energia electrica	14.77
6	Calor	1036.14
7	Energia electrica	13.88
8	Energia electrica	29.54
9	Calor	925.63
10	Energia electrica	8.95
11	Energia electrica	36.26
12	Energia electrica	8.26

Del análisis de masa se puede observar que se generó un total de 3210 kg de desperdicio, pero hay que tomar en cuenta que si no se hubiera regenerado el aceite el desperdicio sería de 9300 kg. Además este desperdicio esta sometido a un estricto control de composición químico y a un manejo y confinamiento responsable y escrupuloso. Otro cosa que hay que tomar en cuenta es que no todo este desperdicio es aceite y diluyentes, como lo son los 9300 kg iniciales, sino una gran parte es agua, cal, y ácido sulfúrico, y otra pequeña parte lo son diluyentes, arcillas o barro, metales y cenizas. A manera de síntesis del balance de masa se presenta la *Tabla 5.2* con información relevante sobre las etapas del proceso.

ETAPA	DESECHO GENERADO (kg)	EFICIENCIA DE ETAPA (%)	PERDIDA TOTAL DE ACEITE (%)
Floculación	981	90	10
Coagulación	1055	92	7
Destilación	704	94	5
Filtración	470	96	3
Total	3210	75	2325 kg

*Tabla 5.2*

Si bien es claro que el riesgo de generar desechos tóxicos es un factor cuyo control no puede ser total, lo es también el hecho de que puede minimizarse en gran medida cuando se le identifica oportunamente y sobre todo cuando se programan acciones de prevención y control, entre las que destacan la de muestreo y clasificación de la materia prima antes, después y en cada una de las operaciones realizadas.

Es así, que cuando los residuos generados contengan arsénico, bario, cadmio, plomo y zinc, entre otros y que como sabemos estos son de un alto peligro para la salud y medio ambiente; y aún cuando no es un problema del tipo de tratamiento sino de almacenamiento, confinamiento, manejo, de la materia prima por sus originadores y de educación y conciencia de los mismos, deben tomarse medidas de seguridad por la administración de la empresa regeneradora de aceites lubricantes.

Entre estas medidas están la de recuperar totalmente y almacenar por separado los flujos de desechos obtenidos al tratar un aceite con algún contaminante de los ya mencionados, almanenarlos y señalar sus características tóxicas, contratar un servicio especializado para su destino final.

Para tal efecto, la SEDUE ha elaborado una metodología que permite la identificación y evaluación sistemática de planes o proyectos para impedir un antagonismo con las actividades actuales de la región o por incurrir en cualquier lugar del país que puedan derivar en un suceso fatal al medio ambiente. El procedimiento de impacto ambiental como herramienta de planeación y control contempla las siguientes normas [29].

- NTE-CRP-001/88, establece los criterios para la determinación de residuos peligrosos y el listado de los mismos.
- NTE-CRP-002/88, establece los procedimientos para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
- NTE-CRP-003/88, establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más de los residuos considerados como peligrosos por la norma NTE-CRP-001/88.
- NTE-CRP-008/88, establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto de los radiactivos.
- NTE-CRP-009/89, establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.
- NTE-CRP-010/88, establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de confinamiento controlado para residuos peligrosos por la norma NTE-CRP-001/88.
- NTE-CRP-011/89, establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.
- NTE-CCAT-001/88, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de bióxido y trióxido de azufre y neblinas de ácido sulfúrico.
- NTE-CCAT-005/88, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas, monóxido de carbono, bióxido de azufre y óxido de nitrógeno, provenientes de procesos de combustión de diesel en fuentes fijas.
- NTE-CCAT-007/88, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas, monóxido de carbono, bióxido de azufre y óxido de nitrógeno, provenientes de procesos de combustión de combustóleo en fuentes fijas.
- NTE-CCAT-008/88, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas, monóxido de carbono, bióxido de azufre y óxido de nitrógeno, provenientes de procesos de combustión de gas natural en fuentes fijas.

## 5.7 MEJORAS DEL PROCESO IMPLEMENTADO

Entre las mejoras del sistema que se acaba de describir estan las siguientes:

- Primeramente se hace más eficiente el calentamiento del aceite sucio en la etapa de floculización, usando los intercambiadores y dejando de usar las resistencias eléctricas o chaquetas de vapor en el tanque.
- De forma análoga se disminuye el consumo de energía eléctrica en la operación de los motores de mezcla al realizar está en un espacio más confinado, manejando un volumen pequeño y no en un volumen mayor como lo es al mezclar en el tanque mismo.
- Se reduce la cantidad de metasilicato de sodio al realizar la mezcla en una forma más íntima usando los extrusores tipo Rietz.
- No se consume energía extra en la etapa de coagulación, pues se prevee la caída de temperatura entre ambas operaciones ya que se usa el aislamiento térmico.
- Las etapas de absorción, destilación y neutralización del aceite se realizan en el mismo equipo, haciendo la inversión y costo de operación menor.
- Se puede aprovechar el calor que se tiene que rechazar al pasar de la etapa de destilación a la siguiente etapa de neutralización, ahorrando consumo de combustible.
- Al igual que en el punto tres se prevee la caída de temperatura entre la destilación y la filtración, no solo eliminando equipo de calentamiento y consumo de energía sino aprovechando el calor que se extrae para calentar el aceite que va a entrar a los floculizadores.
- También en la etapa de filtración, se ahorran unas bombas de alimentación extra, al colocar los recolectores por arriba de los tanques de neutralización y de esta manera el aceite cae por gravedad únicamente al mismo tiempo que se va enfriando.
- La implementación de líneas de producción de diferentes capacidades permite el uso de equipo no sobre dimensionado para la cantidad de aceite que se esta procesando.

# **CAPITULO VI**

## **INGENIERIA DEL PROYECTO**

Una vez definido el método para la regeneración de los aceites lubricantes sucios, el siguiente paso es la concepción del sistema así como de la planta donde se hará dicho proceso. La realización de una planta o fabrica no involucra unicamente una construcción, sea cual fuere su tamaño y materiales, pues se deben tomar en cuenta otros factores como: funcionalidad, posibilidad de expansiones futuras, estética del conjunto, entre otros. Es por esto que este Capítulo VI esta dedicado a lo referente con: el requerimiento de maquinaria, personal y materia prima; proyecto arquitectónico de la planta, instalaciones eléctricas, instalación del equipo y red de tuberías; planeación de la ejecución del proyecto; etc.

## **6.1 REQUERIMIENTO DE MAQUINARIA Y PERSONAL**

Conocer las necesidades de equipo de proceso, maquinaria en general, personal y materia prima son muy importantes pues dan más que una idea de cuantificación de área de producción y almacenaje. Se puede establecer infinidad de aspectos, desde la cantidad y ubicación de baños como tamaño y localización de puertas.

Los requerimientos de equipo de proceso ya se señalaron en el Capítulo V, solo resta señalar la maquinaria en general, en cuanto al personal solo será el necesario para la parte de producción y manejo de la materia prima, siendo que la planta debe ser capaz de trabajar 5 días sin necesidad de suministro alguno de materia prima.

### **6.1.1 Maquinaria**

Además del equipo especificado anteriormente para realizar la regeneración, se necesita de 4 a 6 polipastos, un elevador industrial de 4 toneladas, tres montacargas, un transformador, una planta de emergencia, la flotilla de carros de recolección y reparto, un torno, una fresadora, un cepillo y plantas de soldadura eléctrica y autógena, entre otros.

### **6.1.2 Personal**

El personal que se enumera en la *Tabla 6.1*, es sólo el necesario para la producción y almacenaje de 10,000 l/día. El resto del personal, así como la jerarquización y funciones se tratan en otro Capítulo, como es el de Organización y Administración.

### **6.1.3 Materia prima**

Deben ser tomados en cuenta para el diseño del almacen de la planta los posibles retrasos de la materia prima, esperas para la acumulación de la misma, reubicación de sitios de recolección, tiempo de fletes, etc. por lo cual este tiene que albergar o ser capaz de contener materia y producto final de 5 días de producción. A continuación se muestra la *Tabla 6.2* con las cantidades necesarias de materia prima requerida para laborar durante 5 días.

DEPARTAMENTO	PUESTO	CANTIDAD
Producción	Jefe de Producción	1
	Supervisor	1
	Obreros	6
Mantenimiento	Jefe de Mantenimiento	1
	Supervisor	1
	Obreros	4
Control de Calidad	Jefe de control de calidad	1
	Laboratoristas	4
Almacén	Jefe de almacén	1
	Obreros	4
Reparto y Recolección	Jefe de Reparto y Recolección	1
	Repartidores	8

Tabla 6.1

MATERIA PRIMA	CANTIDAD
Aceite sucio	50,000 l (250 tambos de 200 l c/u)
Silicato de sodio	255 kg (13 costales de 20 kg c/u)
Acido sulfúrico	3,717 l (74 tambos de 50 l c/u)
Arcillas	1,705 kg (86 costales de 20 kg c/u)
Hidróxido de calcio	445 kg (23 costales de 20 kg c/u)
Aditivos	3,125 l (156 tambos de 20 l c/u)
Aceite regenerado	42,180 l (93 tambos de 200 l c/u)

Tabla 6.2

## 6.2 PROYECTO ARQUITECTONICO

La planta industrial estará ubicada en el parque industrial de Lerma-Santiago, ver inciso 4.4, y concretamente en la calle de Circuito de la Industria Norte # 245, esquina Santa Rosa. El lugar citado cuenta para dicho fin con un terreno de 75 m x 50 m, lo que da un área de 3750 m<sup>2</sup>. La nave industrial se puede dividir en tres secciones: la administrativa, que comprende toda el ala Oeste (Av. Cto. de la Ind. Norte); la de producción de aceite reciclado, situada al centro del complejo; y una tercera para el almacenaje de la materia, en el ala Este. Para mayor comprensión de la distribución y construcción de las naves se presentan cuatro planos arquitectónicos, Plano A-1, A-2, A-3 y A-4, de la fábrica en estudio.

### 6.2.1 Sección Administrativa

La sección administrativa esta constituida por dos niveles, en la planta baja se ubican: la recepción con dos oficinas y un baño, el laboratorio, los vestidores (hombres y mujeres), un comedor y un estacionamiento; en el primer piso (+ 3.60 m) hay 11 oficinas, una sala de juntas, baños (hombres y mujeres) y la dirección con su baño particular.

Estacionamiento.- El estacionamiento tiene acceso por Cto. de la Industria Norte y da alojamiento a los autos particulares, ya sea del personal de confianza o de personas que tenga algún interés afín a la compañía.

Recepción.- La recepción es una zona que como lo dice su nombre tendrá como función recibir a las personas ajenas a la empresa como son compradores, vendedores y será el acceso para el personal de confianza a las oficinas de arriba por medio de una escalera. Además de ser una área destinada a la recepción tiene como función la vigilancia general de esta zona.

Laboratorio.- El área esta destinada al control de la calidad del producto final por medio de un estricto programa de muestreo, ver inciso 2.3, pruebas realizadas a los aceites lubricantes) tanto de la materia prima como de las diversas transformaciones que se le hacen durante el proceso. Cuenta con dos barras para poner los instrumentos de medición y pruebas requeridas y un almacén propio para los diferentes reactivos utilizados. Puede alojar varios experimentos relacionados al reciclaje de los aceites lubricantes.

Comedor.- La planta tendrá un área de comedor. Dicho comedor sólo contará con parrillas eléctricas, mesas y sillas, fregaderos, y de ninguna manera será un servicio de cocina.

Vestidores.- Los vestidores contarán con regaderas, sanitarios, lavabos; así como estantería para guardar cosas personales. Solo será de uso para los obreros, teniendo dos vestidores uno de hombres y otro de mujeres.

Baños.- Habrá 4 baños distribuidos de la siguiente manera: 1 en la recepción de esta manera se impide el acceso a la fábrica de gente ajena a la empresa, 2 para las oficinas (hombres y mujeres) y un último baño particular para la dirección.

Oficinas.- Como se mencionó antes, el acceso para las oficinas superiores es por la recepción, pero hay otra escalera que parte de estas oficinas directamente a la zona de producción de la planta baja. En esta zona se localizan 11 oficinas, una sala de juntas y la dirección. Las oficinas tienen vistas al Norte, Este (interior de la planta) y Oeste.

En la Tabla 6.3 se tabulan las diferentes áreas, que forman la parte administrativa de la planta.

Local	Dimensiones (m x m)	Area (m <sup>2</sup> )
Estacionamiento	28.0 x 21.0	588.00
Recepción	5.0 x 3.0	15.00
Laboratorio	14.0 x 5.0	70.00
Comedor	12.0 x 7.0	84.00
Vestidores H.	7.0 x 5.0	35.00
Vestidores M.	5.5 x 5.0	27.50
Baño Recepción	2.0 x 1.0	2.00
Baño Mujeres	2.5 x 2.0	5.00
Baño Hombres	3.0 x 2.5	7.50
Baño Dirección	2.5 x 2.5	6.25
2 oficinas	2.0 x 1.5	6.00
4 oficinas	3.0 x 3.0	36.00
7 oficinas	2.5 x 2.5	43.75
Sala de juntas	7.0 x 3.5	24.50
Dirección	5.0 x 5.0	27.50

Tabla 6.3

#### 6.2.2 Sección de Producción

La sección de producción esta constituida por tres niveles: ubicandose en la planta baja un estacionamiento, una zona de producción, el taller, un almacén, 3 oficinas, baños (hombres y mujeres y una bodega; el primer piso se alza a 3.60 m por encima del taller y oficinas; mientras que el segundo se alza a 5.60 m pero encima del almacén.

Estacionamiento.- Este estacionamiento tiene acceso por el lado Norte (sobre calle Santa Rosa) y da alojamiento a los camiones de entrega de material para el taller así como del equipo que se pudiera solicitar.

Zona de producción.- Como se puede ver en los planos el primer piso y mezanine de producción no abarcan toda el área de la nave, solamente un espacio de 15 x 13.5 m. En el primer piso se realiza la floculación y en el mezanine la coagulación, mientras que en la planta baja se lleva a cabo la absorción, destilación, neutralización, filtración y adición de aditivos; para que solo se mande el aceite al almacén del sótano para su envasado; así de esta forma se aprovecha en algo la gravedad.

El primer piso de producción esta a 5.60 m de altura sobre la planta baja, coincidiendo con el primer piso de almacén, el mezanine esta a 3.60 m. El acceso al primer piso se hace por una escalera que parte de la planta baja a un lado del taller y que luego baja para llegar al mezanine. También se puede llegar a él por el almacén, ya que hay paso directo entre los primeros pisos de almacén y producción. Además en la planta baja hay acceso por el estacionamiento, almacén y recepción.

Taller.- La zona de mantenimiento es una de las más indispensables en cualquier planta de producción por lo tanto la tratada en este trabajo no podía estar excenta de ella. El taller esta equipado para dar mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo a todos los diferentes equipos requeridos en el proceso, así como a las diversas instalaciones de la planta. Contará con torno, fresadora, planta de soldadura eléctrica y autógena, también tendrá estantes para las más diversas herramientas. Esta ubicado debajo del mezanine de producción y tiene entrada por el estacionamiento o por la planta baja de producción.

Oficinas.- Las oficinas de la planta baja, además de la recepción, estan enclavadas debajo del primer piso de producción (al lado del taller) y constan de 3 cubículos.

Bodega.- La bodega tendrá un fin de almacenamiento de artículos de limpieza. Esta ubicado debajo del primer piso de producción, al igual que el taller y las oficinas.

Baños.- Se colocarán dos baños (hombres y mujeres) para los obreros dentro de la zona de producción en la planta baja, a un lado de la entrada del taller. Estos sanitarios sólo contarán con lavabos y cajas, en caso de hombres se agregarán migitorios.

En la Tabla 6.4 se tabulan las diferentes zonas, que forman el primer piso de la planta, con sus dimensiones y área.

Zona	Dimensiones (m x m)	Area (m <sup>2</sup> )
Planta Baja	27.0 x 15.0	405.00
Planta Baja	15.0 x 13.5	202.50
Mezanine	15.0 x 13.5	202.50
Primer piso	15.0 x 13.5	202.50
Taller	21.0 x 14.0	294.00
Almacén	15.0 x 13.5	202.25
Estacionamiento	36.0 x 15.0	555.00
3 oficinas	4.0 x 2.5	30.00
Bodega	4.0 x 4.0	16.00

Tabla 6.4

### 6.2.3 Sección de Almacén

Esta última sección de la fábrica esta destinada primordialmente al almacenaje de toda la materia prima, producto terminado y desechos generados. Para esto se cuenta con un almacén de tres niveles, un estacionamiento, una oficina y un baño.

**Almacén.-** El almacén tiene un área de 882 m<sup>2</sup>, repartida en tres niveles (sótano, planta baja y primer piso). El área requerida para las condiciones anteriormente señaladas es de 700 m<sup>2</sup> aproximadamente, pero se esta previendo que los camiones puedan entrar y descargar o cargar aún dentro del propio almacén y además hay que tener despejadas las areas alrededor de las escaleras y elevador.

Los niveles son tipo y estan a -2.90, 0.00 y +5.60 m de altura, de esta forma los camiones en su interior (planta baja) pueden maniobrar sin ningún problema. Su intercomunicación es por medio del elevador industrial y un par de escaleras.

**Estacionamiento.-** En realidad hay un sólo estacionamiento dividido en tres áreas, el área para almacenaje esta designada a la descarga y carga de los productos manejados pudiendo estacionarse parte de la flotilla de camiones de carga.

**Oficinas.-** Habrá una oficina a la entrada del almacén para tener el control sobre todo el producto almacenado.

**Baño.-** habrá un baño extra a un lado de la escalera de emergencia del almacén para uso de los repartidores de la empresa y proveedores. Este baño al igual que el de la recepción tiene como fin el impedir el paso a personas ajenas a cualquier parte de la planta.

En la *Tabla 6.5* se tabulan las diferentes zonas, que forman la sección de almacén.

Zona	Dimensiones (m x m)	Area (m <sup>2</sup> )
Planta Baja	27.0 x 14.0	378.00
Sótano	27.0 x 14.0	378.00
Primer piso	27.0 x 14.0	378.00
Estacionamiento	37.0 x 22.0	814.00
Oficina	2.8 x 2.5	7.00
Baño	2.5 x 2.5	6.25

*Tabla 6.5*

La azotea tiene varios niveles, a 8.5 m la del almacén, 6.5 m en oficinas y a 10.0 m la de producción. Solo se puede abordar a ella por las escaleras del almacén a por las de las terrazas. Aquí solo encontramos la torre de enfriamiento y tanque de combustible.

## 6.3 SISTEMA ELECTRICO

Para el sistema eléctrico se requiere principalmente de una subestación de 90 kW y 100 kVA, con un voltaje en el primario de 13.6 kV y 220 en el secundario y conexión estrella con neutro a tierra. Las características de esta subestación están sustentadas en las cargas por iluminación, contactos y motores principales y además se considera la superposición y factor de utilización de cada uno de los rubros mencionados. Se pretende que la subestación trabaje a un factor de potencia de 90%, aún cuando la mayoría del equipo de fuerza tenga un factor promedio del 80%.

### 6.3.1 Carga por iluminación

Las siguientes *Tablas 6.6* muestran el nivel de iluminación requerido [30], tipo de lámpara usada, número, factor de uso [31], mantenimiento, potencia, voltaje e intensidad de iluminación de las lámparas para cada área [32].

Es necesario iluminar aparcamientos, banquetas y jardinerías, y aunque se necesite eventualmente se tiene que iluminar también la azotea.

### 6.3.2 Carga por contactos

Además de la iluminación se deberán tomar en cuenta contactos para los diferentes aparatos y maquinaria, independientemente de los suministros propios de cada equipo. Las siguientes *Tablas 6.7a* y *6.7b* muestra el número de contactos, la potencia y voltaje en cada área.

Se deberán considerar algunos contactos en el almacén y zona de producción así como en pasillos para conectar equipos móviles y que no son de uso común, como son pulidoras, aspiradoras, herramientas portátiles para mantenimiento, etc.

### 6.3.3 Carga por motores

Por requerimiento de CFE se tomaron los valores en Watts de las potencias de los motores eléctricos con rendimiento mínimo de 85.5% y máximo de 89.96% y factor de potencia no menor al 80%. Se eligieron motores eléctricos de inducción de corriente alterna, trifásicos de tipo de jaula de ardilla a 220 V. La *Tabla 6.8* muestra el número de unidades, uso y capacidad.

Los motores eléctricos empleados en las líneas de producción demandan una corriente de gran magnitud en el arranque, que en algunas ocasiones llega a ser 10 veces mayor a la  $I_{nom}$ , por lo tanto, estos motores requerirán para su operación de un arrancador.

Además todos los motores deberán contar con un sistema de protección contra sobrecorriente, ya sea por relevadores, fusibles o interruptores. Para motores menores de 15 HP, que es nuestro caso, se tiene la protección esquematizada en la *Figura 6.1*.

# SECCION ADMINISTRATIVA

Uso	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Nivel de Alumac. (Lumen/m <sup>2</sup> )	Tipo de Lámpara	Factor Util. (%)	Factor Mant. (%)	Pot. (W)	Voltt. (V)	Ilumin. (Lumen)	No. (Lámp.)	Potencia Parcela (kW)	Corriente Parcela (A)
Recepción	5.0	3.0	15.00	540	H30-IGL	0.58	0.85	115	220	7500	2.19	0.25	0.00
Laboratorio	10.5	5.0	52.50	1100	H33-IGL	0.66	0.85	400	220	21000	6.00	2.40	0.01
	5.0	3.5	17.50	320	H30-IGL	0.58	0.85	115	220	7500	1.00	0.12	0.00
Comedor	12.0	7.0	84.00	500	H33-IGL	0.70	0.85	400	220	21000	4.00	1.60	0.01
Vestidor Mujeres	5.5	5.0	27.50	220	H38-4JA	0.43	0.85	100	220	4440	4.00	0.40	0.00
Vestidor Hombres	7.0	5.0	35.00	320	H38-4JA	0.43	0.85	100	220	4440	5.00	0.50	0.00
Baño Recepción	2.0	1.0	2.00	320	H30-IGL	0.58	0.85	115	220	7500	1.00	0.12	0.00
Baño Mujeres	2.5	2.0	5.00	320	H30-IGL	0.58	0.85	115	220	7500	1.00	0.12	0.00
Baño Hombres	3.0	2.5	7.50	320	H30-IGL	0.58	0.85	115	220	7500	1.00	0.12	0.00
Baño Privado	2.5	2.5	6.25	320	H30-IGL	0.58	0.85	115	220	7500	1.00	0.12	0.00
Cubiculo 1	2.0	1.5	3.00	750	H30-IGL	0.58	0.85	115	220	7500	1.00	0.12	0.00
Cubiculo 2	2.0	1.5	3.00	750	H30-IGL	0.58	0.85	115	220	7500	1.00	0.12	0.00
Cubiculo 7	3.0	3.0	9.00	750	H30-IGL	0.55	0.85	115	220	7500	2.00	0.23	0.00
Cubiculo 8	3.0	3.0	9.00	750	H30-IGL	0.55	0.85	115	220	7500	2.00	0.23	0.00
Cubiculo 9	3.0	3.0	9.00	750	H30-IGL	0.55	0.85	115	220	7500	2.00	0.23	0.00
Cubiculo 10	3.0	3.0	9.00	750	H30-IGL	0.55	0.85	115	220	7500	2.00	0.23	0.00
Cubiculo 11	2.5	2.5	6.25	750	F38T12	0.55	0.85	76	220	6000	2.00	0.15	0.00
Cubiculo 12	2.5	2.5	6.25	750	F38T12	0.55	0.85	76	220	6000	2.00	0.15	0.00
Cubiculo 13	2.5	2.5	6.25	750	F38T12	0.55	0.85	76	220	6000	2.00	0.15	0.00
Cubiculo 14	2.5	2.5	6.25	750	F38T12	0.55	0.85	76	220	6000	2.00	0.15	0.00
Cubiculo 15	2.5	2.5	6.25	750	F38T12	0.55	0.85	76	220	6000	2.00	0.15	0.00
Cubiculo 16	3.5	2.5	8.75	750	H30-IGL	0.55	0.85	115	220	7500	2.00	0.23	0.00
Cubiculo 17	3.5	2.5	8.75	750	H30-IGL	0.55	0.85	115	220	7500	2.00	0.23	0.00
Sala de Juntas	7.0	3.5	24.50	1100	H30-IGL	0.55	0.85	115	220	7500	8.00	0.92	0.00
Dirección	2.5	2.5	6.25	750	H30-IGL	0.55	0.85	76	220	7500	1.00	0.08	0.00
	5.0	5.5	27.50	750	H30-IGL	0.62	0.85	115	220	7500	5.00	0.58	0.00
Pasillo	14.5	2.0	29.00	220	H30-IGL	0.66	0.85	115	220	7500	2.00	0.23	0.00
	17.0	2.0	34.00	220	H30-IGL	0.66	0.85	115	220	7500	2.00	0.23	0.00
	4.5	3.5	15.75	220	H30-IGL	0.66	0.85	115	220	7500	1.00	0.12	0.00
Terraza	5.0	3.0	15.00	110	C-IF	0.62	0.85	400	220	2850	1.00	0.40	0.00
	3.5	2.5	8.75	110	C-IF	0.62	0.85	400	220	2850	1.00	0.40	0.00
	1.0	5.5	5.50	110	C-IF	0.62	0.85	400	220	2850	1.00	0.40	0.00
	6.5	5.0	32.50	110	C-IF	0.62	0.85	400	220	2850	2.00	0.80	0.00
Jardineras	16.8	5.0	84.00	60	C-IF	0.62	0.85	150	220	2850	4.00	0.60	0.00
	12.0	1.0	12.00	60	C-IF	0.50	0.85	150	220	2850	1.00	0.15	0.00
	5.0	2.5	12.50	60	C-IF	0.50	0.85	150	220	2850	1.00	0.15	0.00
	6.0	1.0	6.00	60	C-IF	0.50	0.85	150	220	2850	1.00	0.15	0.00
	12.0	1.0	12.00	60	C-IF	0.50	0.85	150	220	2850	1.00	0.15	0.00
Estacionamiento	28.0	21.0	588.00	110	L316-AM	0.35	0.85	1000	220	50000	5.00	5.00	0.02
	37.0	6.0	162.00	60	C-IF	0.70	0.85	400	220	2850	6.00	2.40	0.01
Arrota	17.0	5.0	85.00	60	C-IF	0.70	0.85	400	220	2850	3.00	1.20	0.01

Total 22.04 0.10

Tabla 6.6

# SECCION DE PRODUCCION

Uso	Largo (m)	Ancho (m)	Area (m <sup>2</sup> )	Nivel de Iluminac. (lumen/m <sup>2</sup> )	Tipo de Lámpara	Factor Util. (%)	Factor Mant. (%)	Pot. (W)	Volt. (V)	Ilumin. (lumen)	No. (Lamp.)	Potencia Parcial (kW)	Corriente Parcial (kA)
Planta Baja	26.5	15.0	397.50	320	H39-228C	0.54	0.85	175	220	8350	34.00	5.95	0.03
Planta Bja	15.0	13.5	202.50	320	H39-228C	0.54	0.85	175	220	8350	16.00	2.80	0.01
Mezanine	13.5	7.5	101.25	320	H39-228C	0.54	0.85	175	220	8350	8.00	1.40	0.01
Primer Piso	13.5	7.5	101.25	320	H39-228C	0.54	0.85	175	220	8350	8.00	1.40	0.01
Taller	6.0	3.5	21.00	800	H39-228C	0.67	0.85	175	220	8350	4.00	0.70	0.00
	11.5	5.5	63.25	800	H39-228C	0.67	0.85	175	220	8350	10.00	1.75	0.01
Almacén	8.0	8.0	64.00	320	H39-228C	0.60	0.85	175	220	8350	4.00	0.70	0.00
Cubículo 3	4.0	2.5	10.00	750	H30-1GL	0.58	0.85	115	220	7500	2.00	0.35	0.00
Cubículo 4	4.0	2.5	10.00	750	H30-1GL	0.58	0.85	115	220	7500	2.00	0.23	0.00
Cubículo 5	4.0	2.5	10.00	750	H30-1GL	0.58	0.85	115	220	7500	2.00	0.23	0.00
Bodega	4.0	4.0	16.00	320	H30-1GL	0.58	0.85	115	220	7500	1.00	0.12	0.00
Baño Mujeres	2.5	2.0	5.00	320	H38-4JA	0.43	0.85	100	220	4440	1.00	0.10	0.00
Baño Hombres	2.5	2.0	5.00	320	H38-4JA	0.43	0.85	100	220	4440	1.00	0.10	0.00
Estacionamiento	36.0	15.0	540.00	110	1316-AM	0.35	0.85	1000	220	50000	4.00	4.00	0.02
Azotea	30.0	27.0	810.00	60	C-IF	0.70	0.85	400	220	2850	28.00	11.20	0.05
<b>Total</b>												<b>31.03</b>	<b>0.14</b>

# SECCION DE ALMACEN

Uso	Largo (m)	Ancho (m)	Area (m <sup>2</sup> )	Nivel de Iluminac. (lumen/m <sup>2</sup> )	Tipo de Lámpara	Factor Util. (%)	Factor Mant. (%)	Pot. (W)	Volt. (V)	Ilumin. (lumen)	No. (Lamp.)	Potencia Parcial (kW)	Corriente Parcial (kA)
Sótano	27.0	14.0	378.00	540	H39-228C	0.67	0.85	175	220	8350	42.00	7.35	0.03
Planta Baja	27.0	14.0	378.00	540	H39-228C	0.75	0.85	175	220	8350	38.00	6.65	0.03
Planta Bja	27.0	14.0	378.00	540	H39-228C	0.75	0.85	175	220	8350	38.00	6.65	0.03
Cubículo 6	2.5	2.5	7.00	750	H30-1GL	0.58	0.85	115	220	7500	2.00	0.35	0.00
Baño Mujeres	2.5	2.0	5.00	320	H38-4JA	0.43	0.85	100	220	4440	1.00	0.10	0.00
Baño Hombres	2.5	2.0	5.00	320	H38-4JA	0.43	0.85	100	220	4440	1.00	0.10	0.00
Baño Almacén	3.5	2.5	8.75	320	H30-1GL	0.58	0.85	115	220	7500	1.00	0.12	0.00
Escaleras de emergencia	3.5	2.0	7.00	110	C-IF	0.20	0.85	400	220	2850	2.00	0.80	0.00
	3.5	2.0	7.00	110	C-IF	0.20	0.85	150	220	2850	2.00	0.30	0.00
	3.5	2.0	7.00	110	C-IF	0.20	0.85	150	220	2850	2.00	0.30	0.00
	3.5	2.0	7.00	110	C-IF	0.20	0.85	150	220	2850	2.00	0.30	0.00
Estacionamiento	37.0	22.0	814.00	110	1316-AM	0.35	0.85	1000	220	50000	6.00	6.00	0.03
Azotea	27.0	14.0	378.00	60	C-IF	0.70	0.85	400	220	2850	14.00	5.60	0.03
<b>Total</b>												<b>34.50</b>	<b>0.16</b>

Tabla 6.6

**SECCION ADMINISTRATIVA**

<i>Local</i>	<i>No.</i>	<i>Pot. (W)</i>	<i>Volt. (V)</i>	<i>Carga Parcial (kW)</i>	<i>Corriente Parcial (kA)</i>
Recepción	1	150	127	0.150	0.001
Laboratorio	8	150	127	1.200	0.009
	4	1800	220	7.200	0.033
Comedor	4	150	127	0.600	0.005
Vestidor Mujeres	2	150	127	0.300	0.002
Vestidor Hombres	2	150	127	0.300	0.002
Baño Mujeres	1	150	127	0.150	0.001
Baño Hombres	1	150	127	0.150	0.001
Baño Privado	1	150	127	0.150	0.001
Cubículo 1	2	150	127	0.300	0.002
Cubículo 2	2	150	127	0.300	0.002
Cubículo 7	3	150	127	0.450	0.004
Cubículo 8	3	150	127	0.450	0.004
Cubículo 9	3	150	127	0.450	0.004
Cubículo 10	3	150	127	0.450	0.004
Cubículo 11	3	150	127	0.450	0.004
Cubículo 12	3	150	127	0.450	0.004
Cubículo 13	3	150	127	0.450	0.004
Cubículo 14	3	150	127	0.450	0.004
Cubículo 15	3	150	127	0.450	0.004
Cubículo 15	3	150	127	0.450	0.004
Cubículo 16	3	150	127	0.450	0.004
Cubículo 17	3	150	127	0.450	0.004
Sala de Juntas	6	150	127	0.900	0.007
Dirección	3	150	127	0.450	0.004
Pasillo	3	150	127	0.450	0.004

**Total 18.000 0.118**

Tabla 6.7a

**SECCION DE PRODUCCION**

Local	No.	Pot. (W)	Volt. (V)	Carga Parcial (kW)	Corriente Parcial (kA)
Planta Baja	4	150	127	0.600	0.005
Planta Baja	4	1800	220	7.200	0.033
Mezanine	2	150	127	0.300	0.002
Mezanine	2	1800	220	3.600	0.016
Primer Piso	2	150	127	0.300	0.002
Primer Piso	2	1800	220	3.600	0.016
Taller	4	150	127	0.600	0.005
Taller	4	1800	220	7.200	0.033
Almacén	1	150	127	0.150	0.001
Cubículo 3	2	150	127	0.300	0.002
Cubículo 4	2	150	127	0.300	0.002
Cubículo 5	2	150	127	0.300	0.002
Cubículo 6	2	150	127	0.300	0.002
Bodega	1	150	127	0.150	0.001

<b>Total</b>	<b>24.900</b>	<b>0.045</b>
--------------	---------------	--------------

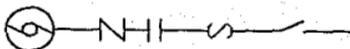
**SECCION DE ALMACEN**

Local	No.	Pot. (W)	Volt. (V)	Carga Parcial (kW)	Corriente Parcial (kA)
Almacén Sotano	4	150	127	0.600	0.005
Almacén Sotano	2	1800	220	3.600	0.016
Almacén P. B.	4	150	127	0.600	0.005
Almacén P. B.	2	1800	220	3.600	0.016
Almacén Primer P	4	150	127	0.600	0.005
Almacén Primer P	2	1800	220	3.600	0.016

<b>Total</b>	<b>12.600</b>	<b>0.063</b>
--------------	---------------	--------------

Tabla 6.7b

Motor



Arrancador Fusible  
Magnético

Figura 6.1

PROCESO	#	POTENCIA (HP)	SUBTOTAL (kW)
Floculación	6	$\frac{1}{2}$	1.12
	6	3	13.43
	1	5	3.73
Coagulación	4	$1\frac{1}{2}$	4.48
	2	5	7.46
	4	$1\frac{1}{2}$	4.48
	2	$4\frac{1}{2}$	6.71
	6	2	8.95
	6	$\frac{1}{2}$	2.24
	4	4	11.94
Absorción, Destilación y Neutralización	2	1	1.49
	6	3	13.43
Filtración	6	$\frac{1}{2}$	2.24
Aditivos	6	2	8.95
	4	$1\frac{1}{2}$	4.48
	2	$4\frac{1}{2}$	6.71
Envasado	6	$4\frac{1}{2}$	20.14
<b>T O T A L</b>			<b>121.98</b>

Tabla 6.8

#### 6.3.4 Sistema de emergencia

Los sistemas de emergencia se utilizan para una rápida disponibilidad de energía eléctrica, pero esta es limitada y se distribuye en circuitos separados y a cargas prioritarias.

Nuestro sistema de emergencia debe constar en general, de los siguientes componentes principales:

- Una fuente de energía eléctrica confiable y separada de la fuente primaria o principal.
- Un control de arranque y regulación en caso de seleccionarse como fuente de respaldo un conjunto de generación propio e instalado en el lugar donde se va a utilizar.
- Controles que transfieren la carga de la fuente de emergencia a la primaria y viceversa.

En la Tabla 6.9 se tabulan las diferentes cargas de emergencia requeridas para cada área. En el caso de los motores, para la producción, se trabajara a media capacidad. De igual manera que para la subestación, se considerada la superposición de las diferentes cargas, un factor de utilización y además de esta carga solo el 50% se podrá alimentar.

CARGA	Max. Carga Posible (kW)	CARGA EMERGENCIA (kW)
Alumbrado	43.5	22
Contactos	12.5	7
Motores	34.0	17
<b>T O T A L</b>		<b>46</b>

Tabla 6.9

Finalmente nuestra planta de emergencia estará accionada por un motor diesel con la capacidad calculada anteriormente de 50 kW. Se eligió este tipo de planta por los siguientes motivos:

- Son de alta capacidad.
- Costo del combustible relativamente bajo.
- Seguras, poco peligro de incendio.
- Respuesta de servicio rápida, de 8 a 15 s.

#### 6.3.5 Canalizaciones y cables

Para el recorrido de cables se utilizará tubo conduit en casi la totalidad de las alimentaciones; principalmente en áreas de producción. En instalaciones visibles y ocultas el menor diámetro es de 19 mm. Mientras que el PVC tiene la propiedad de ser ligero y resistente a la acción del agua, pero no es recomendable para ambientes mayores a 60°C, por lo que se utilizará en canalizaciones dentro de losas, lugares húmedos y corrosivos.

En las canalizaciones de tubo conduit, los conductores no ocupan más del 40% de espacio interior, con la finalidad de facilitar la introducción de los conductores sin dañarles el aislamiento, esto se logra de mejor manera limando las boquillas del tubo o si se instalan accesorios y contratuercas. Esta forma de acoplamiento también se realizará en el caso de tubería de llegada a cajas o tableros.

Existen accesorios que permiten cambiar de dirección, empalmes o cruces, o bien acoplamientos a equipos, estos conectores son esencialmente de dos tipos condulets y cajas de conexión.

El aislamiento que se recomienda en los cables es de hule natural con 30 a 40% de latex, una capa delgada de estaño entre el cobre y el hule para evitar corrosión y adherencia y una o dos capas trenzadas de algodón impregnado y encerrado como protección exterior.

### 6.3.6 Diagrama unifilar

En la Figura 6.2 se muestra el diagrama unifilar para la acometida. En ella se muestra esquemáticamente como esta compuesta y relacionada la alimentación de energía eléctrica de la planta.

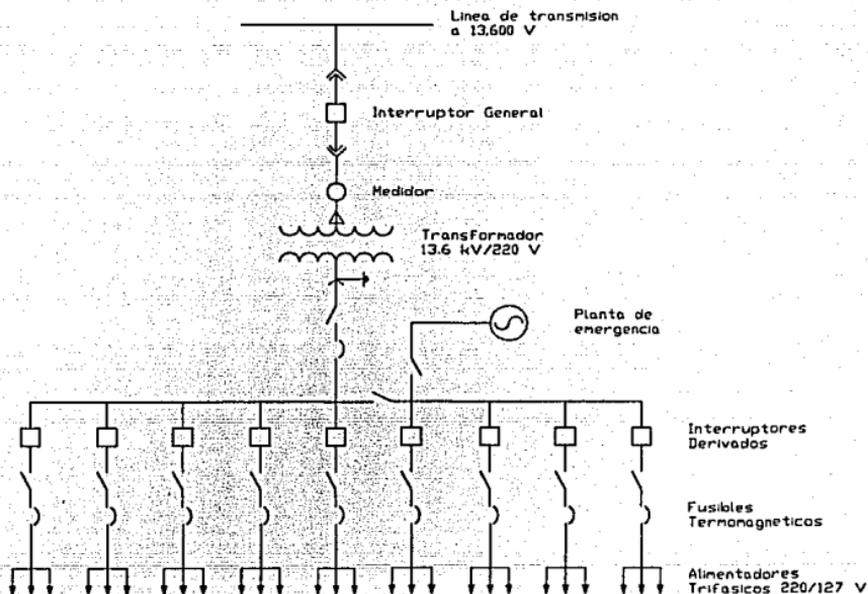


Figura 6.2

### 6.3.7 Sistema de tierras

La red de tierras en la subestación debe cumplir con las siguientes funciones descritas en la sección 603.1 de las NTIE-1481.

#### 6.4 SEGURIDAD E HIGIENE

La seguridad es un factor determinante en la operación de cualquier proceso. En este caso no se manejan sustancias y maquinaria de alto riesgo físico sin embargo es necesario establecer ciertas medidas de seguridad.

En el taller se deberán usar mascarillas protectoras al usar las máquinas-herramientas y equipo de soldadura, en el laboratorio cubrebocas y guantes repelentes a gases y líquidos manejados respectivamente. Tanto el taller como el laboratorio cuentan con zona de ducha de seguridad y salidas de emergencia.

En la zona de proceso se pintarán líneas limitrofes para la operación del equipo y en el almacén y estacionamiento para remarcar las áreas de acceso, tránsito de vehículos, carga y descarga, etc. La nave de almacenaje tiene varias vías de comunicación: dos escaleras, un elevador, tres salidas; una al estacionamiento y dos a la nave de producción. De igual manera la nave de producción: dos escaleras; una al piso superior de producción y de ahí al almacén, y a las oficinas, una salida directa al estacionamiento y tres indirectas (por almacén, por taller, por oficinas). Esto es, en caso de un siniestro el personal puede abandonar la planta desde cualquier lugar rápidamente y con total seguridad.

Además se contará con una serie de señalamientos, equipo (extinguidores, cascos, palas, etc.) y simulaciones de siniestros.

#### 6.5 PLANIFICACION DE LA EJECUCION DE LA PLANTA

Para llevar a cabo la ejecución de la planta, debemos tomar en cuenta las diversas modalidades que rigen la contratación. Estas las podemos resumir en las siguientes:

- Contrato a precio alzado.
- Contrato a precios unitarios.
- Contrato por administración.
- Contrato por administración-máximo garantizado.

De acuerdo al tipo de obra que se desea realizar y a las diferentes características de los contratos, encontramos que el más conveniente es el denominado "a precio alzado" pues en este contrato nosotros como contratantes se nos fija un costo total en forma definitiva por parte del contratista con base a las especificaciones proporcionadas por nosotros.

Las especificaciones generales son toda la documentación presentada con anterioridad en este trabajo (Plano A-1, A-2, A-3, A-4)

Se contratarán dos empresas, una para la obra civil que abarca las tres secciones; producción, almacén y administrativa. La segunda compañía hará la instalación del equipo de proceso, así como las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias.

Por naturaleza del proceso, no es posible operar la planta parcialmente por lo que arrancará hasta que las instalaciones se encuentren totalmente terminadas.

#### **6.5.1 Calendario de ejecución**

En la *Tabla 6.10* se señala la duración de las principales actividades involucradas en la construcción y puesta en marcha de la planta de regeneración de lubricantes. Dicha tabla al igual que la esquematización de la ruta crítica son de gran importancia para coordinar los recursos económicos propios y poder establecer los montos y tiempos para obtener financiamiento.

#### **6.5.2 Ruta crítica**

La *Figura 6.3* se puede ver claramente cuales son las actividades primordiales o críticas para llevar a cabo la construcción de la planta, de esta forma las actividades que forman la ruta crítica no deben retardarse pues repercute no sólo en la tardanza de la construcción sino además en peligrosas acumulaciones de intereses al no poder obtener ganancias por la venta del producto en cuestión.

La ruta crítica esta basicamente constituida por la construcción de la nave de producción y la instalación del equipo de proceso. Primeramente hay que limpiar el terreno así como excavar, rellenar y nivelarlo; para posteriormente empezar los cimientos de toda la construcción. Luego ha y que abocarse a la construcción de acero para la nave de producción, techar esta área y levantar los niveles de mezanine y primer piso de la misma zona de construcción. Finalmente hay que atender al montaje de equipo principal en estos dos niveles previamente construidos y a la interconexión de todas las instalaciones diversas requeridas. Finalmente se deben realizar pruebas en el equipo e instalaciones para pasar por último a la puesta en marcha.

# CALENDARIO DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	1 9 9 1												1 9 9 2											
	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRUERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE						
Definición, limpieza y limpieza del terreno																								
Excavar, rellenar y nivelar terreno																								
Pilotes, lucernas, cilindros y otros de base																								
Construcción de estructura de acero																								
Cilindros y piso de producción (Isotex)																								
Cilindros y piso de producción (mezalina y ler. P.)																								
Cilindros de equipo principal (mezalina y ler. P.)																								
Instalación de equipo principal (mezalina y ler. P.)																								
Pruebas y conexiones eléctricas para equipo																								
Pruebas y conexiones de tubería para equipo																								
Pruebas generales en equipo principal (mezalina y ler. P.)																								
Pruebas y ajustes finales																								
Puesta en marcha																								
Cilindros de equipo principal (planta base)																								
Instalación de equipo principal (planta base)																								
Pruebas y conexiones eléctricas para equipo																								
Pruebas y conexiones de tubería para equipo																								
Pruebas generales en equipo principal (planta base)																								
Red eléctrica en producción (P.B.)																								
Red hidroenergética en producción (P.B.)																								
Red telefónica e intercomunicación en producción (P.B.)																								
Muros, escaleras y barandales en producción (P.B.)																								
Pisos, puertas, ventanas en producción (P.B.)																								
Revestido, pintado, limpieza en producción (P.B.)																								
Piso de alacena (Isotex) y oficinas (I.P.)																								
Cilindros y piso de alacena (I.P.) y oficinas (I.P.)																								
Red eléctrica en alacena (I.P.) y of. (I.P.)																								
Red hidroenergética en alacena (I.P.) y of. (I.P.)																								
Red telefónica e intercomunicación en alacena (I.P.) y of. (I.P.)																								
Muros, escaleras y barandales en alacena (I.P.) y of. (I.P.)																								
Pisos, puertas, ventanas en alacena (I.P.) y of. (I.P.)																								
Revestido, pintado, limpieza en alacena (I.P.) y of. (I.P.)																								
Cilindros y piso de alacena (Isotex)																								
Ampliación de oficinas																								
Equipo telefónico, central, laboratorio y oficinas																								
Red eléctrica en alacena (I.P.)																								
Red hidroenergética en alacena (I.P.)																								
Red telefónica e intercomunicación en alacena (I.P.)																								
Muros, escaleras y barandales en alacena (I.P.)																								
Pisos, puertas, ventanas en alacena (I.P.)																								
Revestido, pintado, limpieza en alacena (I.P.)																								
Instalar equipo de combustible y torre de enfriamiento																								
Instalar equipo de equipo secundario																								
Equipo contra incendios, señaladores																								
Red eléctrica en producción (mezalina y ler. P.)																								
Red hidroenergética en producción (mezalina y ler. P.)																								
Red telefónica e intercomunicación en producción (mezalina y ler. P.)																								
Muros, escaleras y barandales en producción (mezalina y ler. P.)																								
Pisos, puertas, ventanas en producción (mezalina y ler. P.)																								
Revestido, pintado, limpieza en producción (mezalina y ler. P.)																								
Instalar equipo mecánico de tor. sub. de agua y limpieza																								
Alcantarillas, ascensor y sistema																								
Instalar instalaciones																								
Alumbrado y redes exteriores																								
Sanitarios, lavabos y señalizaciones																								
Áreas verdes y limpieza general																								
Instalar subestación y planta de emergencia																								
Pruebas y correcciones en alta tensión																								
Ampliación y decreto de oficinas (producción y alacena)																								
Conectar taller y oficina (producción y alacena)																								
Instalar cortinas exteriores																								

Tabla 6.10

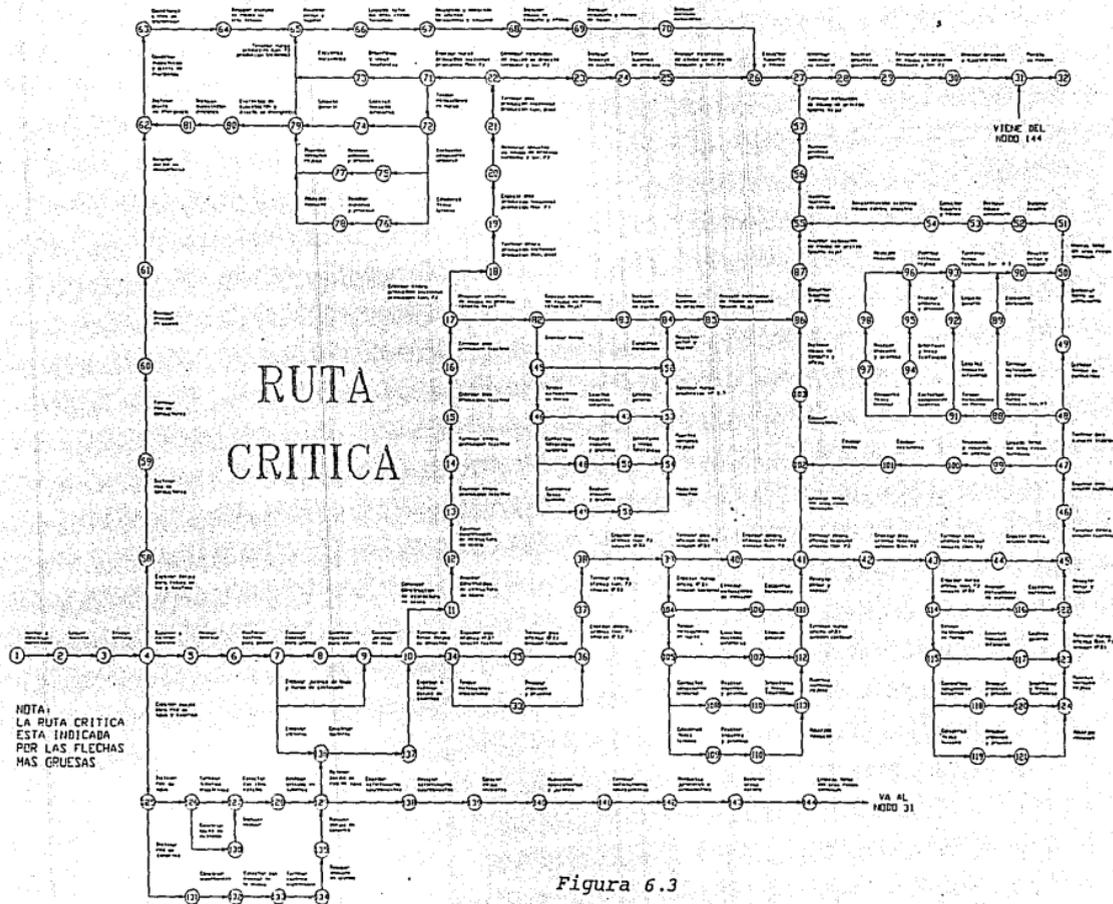
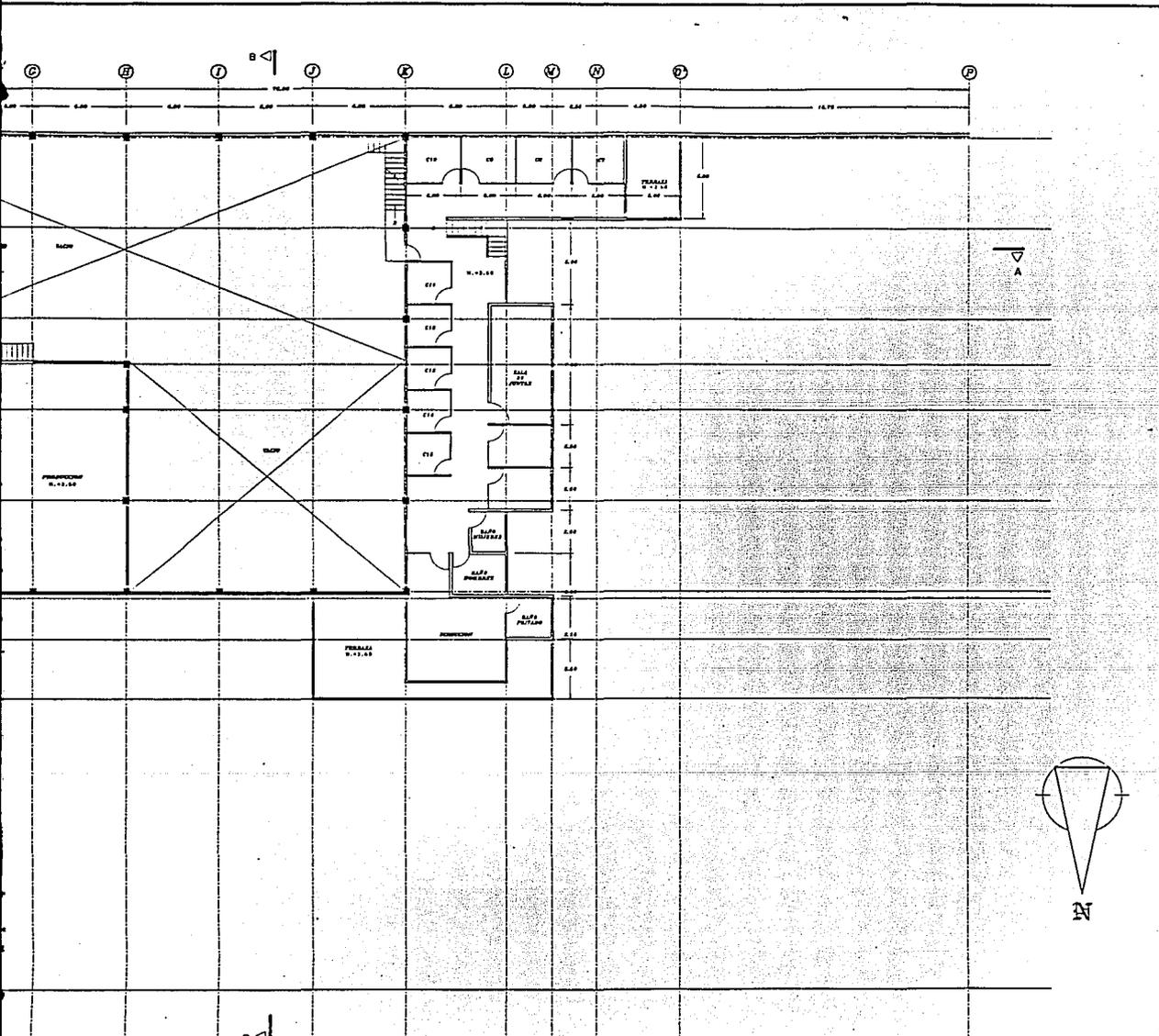


Figura 6.3

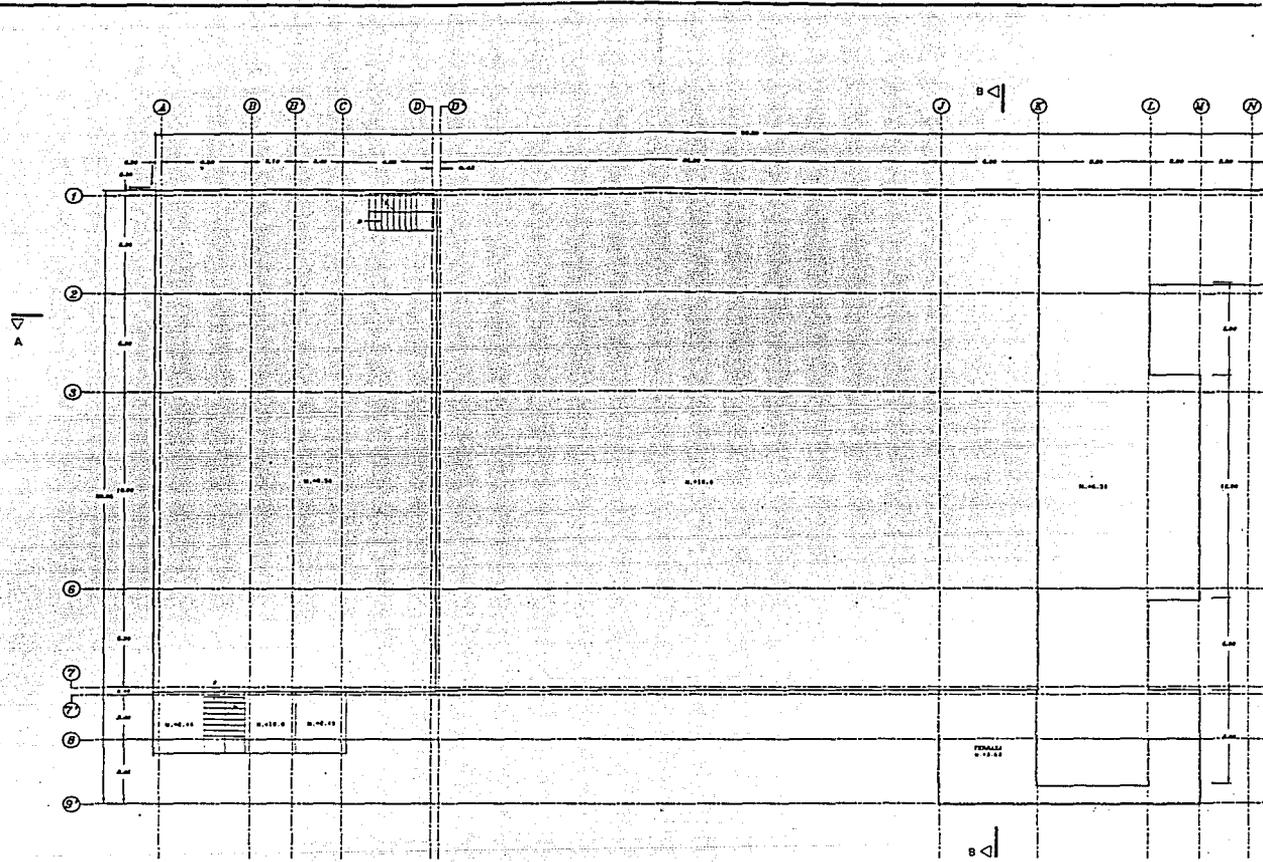






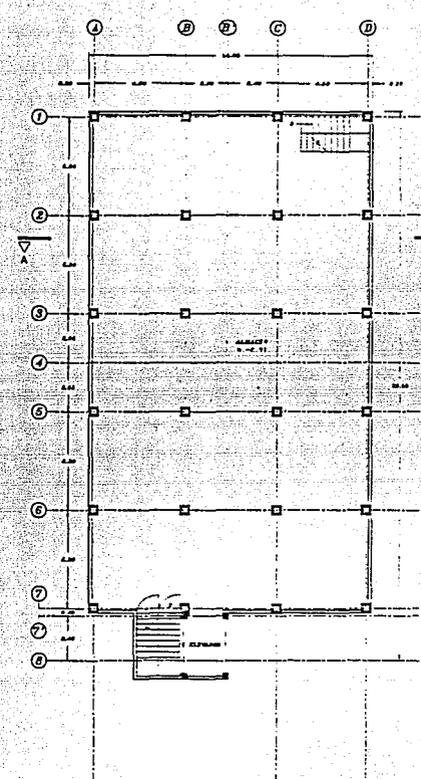
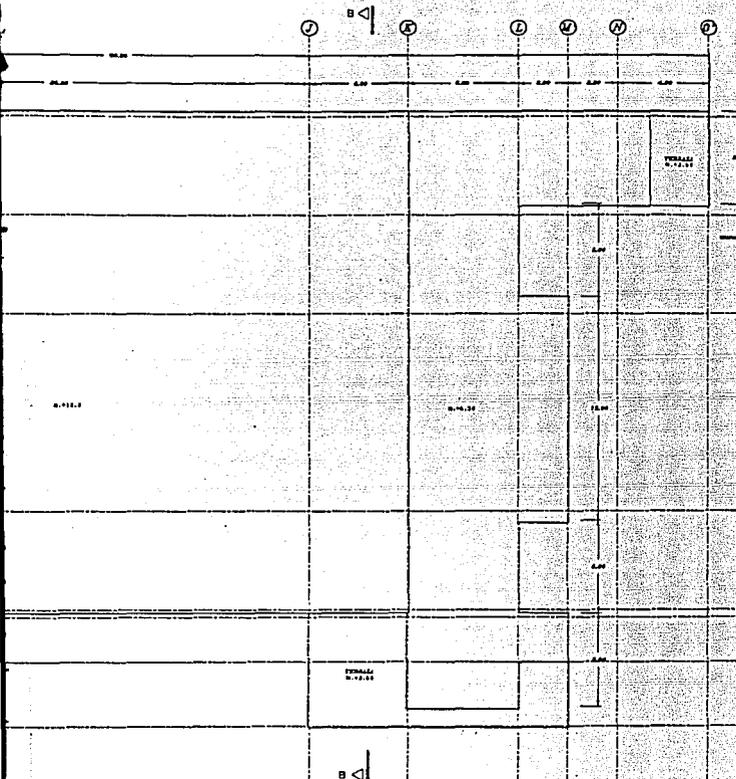


A-2	PLANTA REGENERADORA DE ACEITES LUBRICANTES USADOS	Escala: 1:50
	REDEIN S. A.	Escala: 1:50
	INGENIERIA DE PROYECTOS S. A.	Escala: 1:50
	PROYECTO ARQUITECTONICO PRIMERA PISO	Escala: 1:50



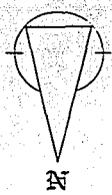
A Z O T E A



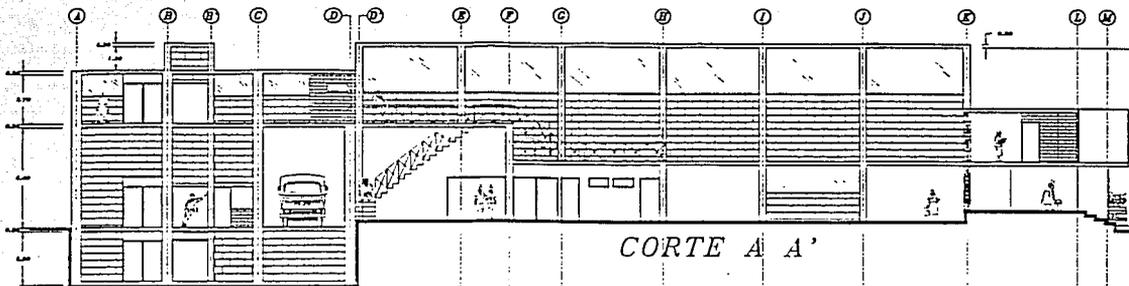


A Z O T E A

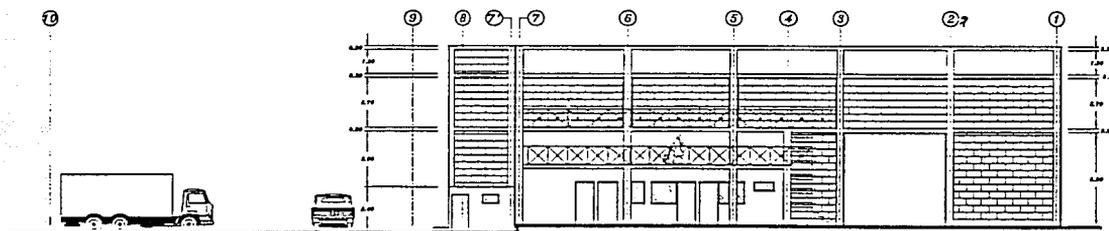
S O T A N O



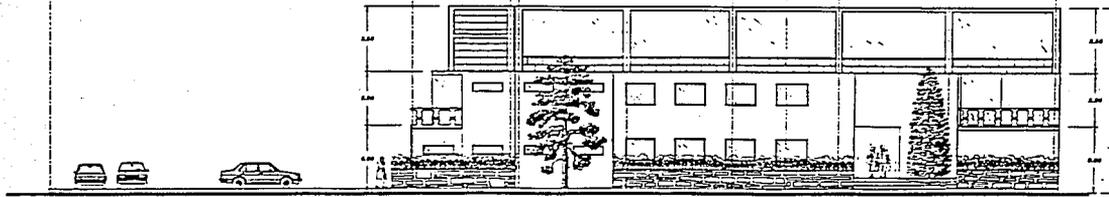
A-3	PLANTA REGENERADORA DE	1/20	1/20
	ACETES LUBRICANTES USADOS	1/20	1/20
	Calle de la Independencia No. 114	1/20	1/20
	Proyecto de Ingeniería	1/20	1/20
	REDEIN S. A.	1/20	1/20
	INGENIERIA DE PROYECTOS S. A.	1/20	1/20
	PROYECTO ARQUITECTONICO	1/20	1/20
	SOTANO Y AZOTEA	1/20	1/20



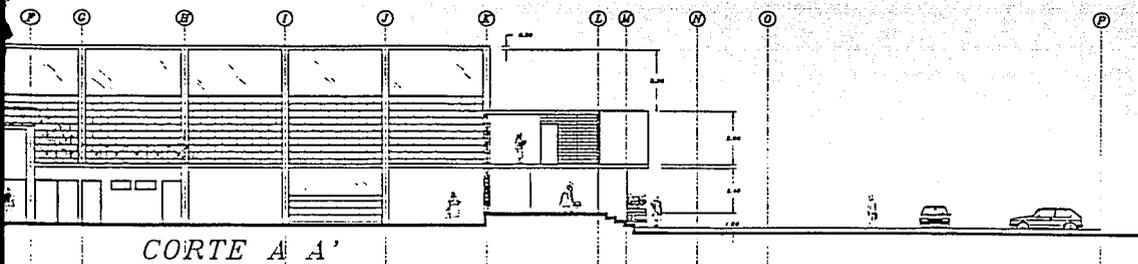
FACHADA NORTE



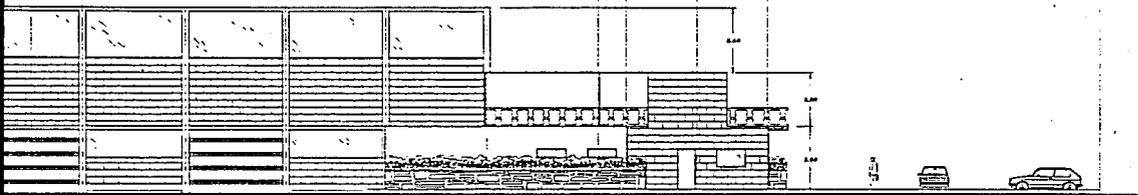
CORTE B B'



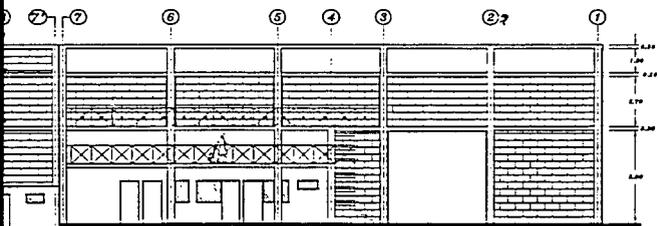
FACHADA OESTE



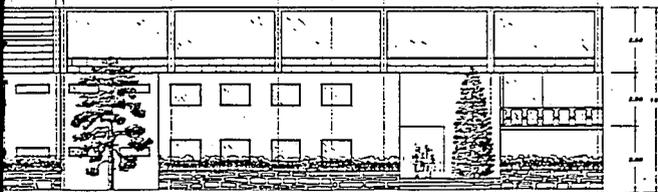
CORTE A A'



FACHADA NORTE



CORTE B B'



FACHADA OESTE



LOCALIZACION

A-4	PROYECTO	PLANTA REGENERADORA DE	INSTRUMENTAL
	ACTIVIDAD	LUBRICANTES USADOS	NO A.P.A.
	PROYECTADO POR	REDES S.A.	ING. A.P.A.
	INGENIERIA DE PROYECTOS S.A.	INGENIERIA	ING. A.P.A.
	PROYECTO ARQUITECTONICO	COSTOS Y FACIENDAS	ING. A.P.A.

**CAPITULO VII**

**INVERSION**

**Y**

**FINANCIAMIENTO**

En este capítulo se tratarán la requisición de capital para realizar el proyecto de la planta regeneradora y el necesario para el arranque de la producción, determinación de los gastos por producir vender y administrar, así como los precio de venta al público y las ganancias netas.

Además se evaluará la rentabilidad de una empresa de este tipo desde su creación, proponiendo que una parte del capital necesario para la inversión será aportado por los socios y la diferencia se obtendrá por medio de un préstamo. Para fines del análisis financiero, se hace la aclaración que las cifras monetarias están dadas en dólares de Estados Unidos de América de 1991.

## **7.1 INVERSION**

La inversión está formada por unos gastos fijos que son los que se realizaron para la construcción total, puesta en marcha y adquisición de equipo, maquinaria, vehículos, mobiliario, etc. y otros costos denominados capital de trabajo correspondientes a existencia de moneda en bancos y caja, inventarios de materias primas y productos. Los precios y costos de las instalaciones, equipo, etc. eran los precios vigentes en el mercado, a mediados del año de 1991 [33].

### **7.1.1 Ingeniería de diseño**

Aquí se incluyen todos los gastos que se derivan de estudios necesarios para el proyecto, como son: el proyecto arquitectónico, cuyo costo será de \$4.26 mil; proyecto de instalaciones eléctricas; \$3.10 mil; para el proyecto hidráulico, \$2.32 mil. Dando un total de \$9.68 mil.

### **7.1.2 Inversión en infraestructura**

Aquí se incluyen los costos del terreno, \$93.75 mil; construcción, \$488.27 mil; realización de instalaciones eléctrica, gas, hidráulica, etc. \$58.59 mil.

### **7.1.3 Equipo y Maquinaria**

Dentro de este rubro se incluyen los gastos por la compra del equipo, aparatos de medición, tramos de tuberías, y deberán tener agregados los costos del flete para los casos en que proceda. Esto tiene un costo aproximado de \$99.24 mil distribuidos de la siguiente manera: \$73.24 mil a equipo de fuerza (motores); \$24 mil a tanques de mezcla, \$0.51 mil a tuberías e instrumentación; \$1.17 mil a calderas y \$0.33 mil a filtros.

Dentro del rubro de maquinaria se incluyen los gastos por la adquisición de maquinaria para el taller, montacargas, elevador industrial, subestación y planta de emergencia que dan un total de \$ 285.00 mil.

#### **7.1.4 Arranque y Contingencias**

En este caso se tomara un 10% del costo total de las instalaciones para realizar pruebas y ajustes, y un 10% sobre las instalaciones y obra civil para los posibles imprevistos. Por lo tanto tenemos \$5.86 mil y \$54.69 mil para la puesta en marcha y contingencias respectivamente.

#### **7.1.5 Vehículos de transporte**

Para el manejo de materia prima y productos terminados se contemplan el uso de 4 camiones repartidores y además 2 autos particulares para visitas de indole tético, comercial, etc. con un costo de \$333.33 mil.

#### **7.1.6 Muebles y equipo de oficina**

En este rubro se considera todo lo relacionado a escritorios, estantes, sillas, archiveros, equipo de cómputo, etc. todo esto con un costo aproximado de \$125.00 mil.

#### **7.1.7 Gastos de la constitución de la sociedad**

Dentro de este punto se contemplan los gastos por la constitución de la sociedad, \$3.33 mil; permisos \$48.83 mil. Lo que da un total de \$52.16 mil.

Todos estos rubros se sintetizan en la *Tabla 5.1*, dando un total de 1'643,721 dólares. Además la vida de utilización de los bienes se tiene que tomar en cuenta para realizar en el futuro la reposición de cada uno de ellos. Por lo que respecta a la obra civil, esta tiene un periodo de utilización de 30 años; mientras que las instalaciones, equipos, maquinaria y mobiliario tienen 10 años y los vehículos de trabajo 5 años.

### **7.2 CAPITAL DE TRABAJO**

#### **7.2.1 Caja y Bancos**

Dado que este dinero es aquel con el que se debe contar para realizar transacciones cotidianas, deberá haber en el banco un monto equivalente a un mes de pago de salarios, servicios, gastos de mantenimiento, calidad y fletes. Mientras que en caja sólo se tendrá el equivalente a una quincena para cubrir los mismos gastos.

#### **7.2.2 Materia prima**

Se contará inicialmente con una cantidad de materia prima para laborar por espacio de tres semanas, esto es aproximadamente \$33.33 mil.

### 7.2.3 Comercialización

Para este caso de destinarán \$43.33 mil para gastos de publicidad inicial, que irán aumentando o disminuyendo según la política de comercialización.

En la misma Tabla 7.1 se pueden ver sintetizados estos puntos sobre el capital de trabajo. El total que arroja el capital de trabajo es de 256,716 dólares.

### 7.3 PRESUPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS

El costo de producción, gastos de venta y de administración juegan un papel muy importante, pues con ellos además de obtener un estado de pérdidas y ganancias sirve para determinar el punto de equilibrio para diferentes niveles de producción, tener un horizonte financiero del futuro y de esta forma poder tomar decisiones de endeudamiento, vías internas de inversión, aumento o disminución de la producción y del precio de venta del producto, etc.

#### 7.3.2 Costo de Producción

Entre los rubros que componen este costo están: materia prima, salarios, prestaciones, pago de servicios, mantenimiento, depreciaciones, amortizaciones, seguros y papelería. La cuantificación del costo de producción se encuentra sintetizada en la Tabla 7.2.

En el caso de sueldos se tiene el siguiente tabulador: Jefe de Producción \$1333 mensuales, el de Mantenimiento \$1167 y para el de Calidad \$1000. Mientras que los supervisores de Producción y de Mantenimiento tienen un salario total de \$1000 y \$830 al mes respectivamente, los demás subordinados de la División de Ingeniería ganan entre \$677 y \$333 mensuales. Este salario total comprende el salario base más un 10% de caja de ahorro y otro 10% de vales de despensa del salario base percibido. Es necesario aclarar que aunque los sueldos están en dólares se pagará en moneda nacional.

Para las prestaciones se considero lo siguiente: IMSS 10%, Infonavit 7%, equipo de trabajo 5% y capacitación 10%. Vacaciones 3 semanas y gratificaciones 2 semanas de sueldo. Siendo estas prestaciones las mismas para el resto del personal.

El total del costo de producción es de 1'713,792 dólares anuales, con un nivel de producción de 10,000 litros de aceite sucio al día y laborando 270 días al año

# **INVERSION**

(US \$ de 1991)

## **CONSTRUCCION DE LA PLANTA**

Ingeniería de diseño	29.7
Terreno	93.8
Obra civil	488.3
Instalaciones	58.6
Puesta en marcha	5.9
Contingencias	54.7

Subtotal 730.9

## **REQUERIMIENTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA**

Equipo de proceso	99.2
Maquinaria	285.0
Equipo de laboratorio	16.7
Vehiculos	333.3
Mobiliario	125.0

Subtotal 859.2

## **GASTOS DE CONSTITUCION DE LA SOCIEDAD**

Constitución de sociedad	3.3
Permisos	48.8

Subtotal 52.2

**TOTAL 1642.3**

# **CAPITAL DE TRABAJO**

(US \$ de 1991)

CAJA 60.0

BANCOS 120.0

INVENTARIOS 33.3

COMERCIALIZACION 43.3

**TOTAL 256.7**

Tabla 7.1

# **COSTO DE PRODUCCION**

(US \$ de 1991)

## **MATERIA PRIMA**

Aceite usado	225.0
Metasilicato de sodio	4.4
Acido sulfúrico	43.6
Arcilla	25.2
Hidróxido de calcio	2.9
Aditivos	264.4

Subtotal 565.5

## **SUELDOS**

Producción	64.0
Mantenimiento	44.0
Calidad	52.0

Subtotal 160.0

## **PRESTACIONES**

IMSS	16.0
Infonavit	11.2
Vacaciones	10.7
Gratificaciones	7.1
Equipo de trabajo	8.0
Capacitación	16.0

Subtotal 69.0

## **SERVICIOS**

Agua	2.8
Combustible	6.2
Luz	18.2
Teléfono	0.4

Subtotal 27.6

Tabla 7.2

# **COSTO DE PRODUCCION**

(US \$ de 1991)

*Continuación*

## **MANTENIMIENTO**

Material	44.7	
Equipo	250.0	
Otros	20.0	
	<b>Subtotal</b>	<b>314.7</b>

## **CALIDAD**

Material	53.3	
Equipo	333.3	
Otros	20.0	
	<b>Subtotal</b>	<b>406.7</b>

## **DEPRECIACION**

Obra civil	16.1	
Instalaciones	5.9	
Equipo	11.6	
Maquinaria	28.5	
Vehículos	66.7	
Mobiliario	12.5	
	<b>Subtotal</b>	<b>141.2</b>

## **AMORTIZACION**

Puesta en marcha 0.6

SEGUROS 50.0

PAPELERIA 5.0

**TOTAL 1740.2**

Tabla 7.2

### 7.3.3 Gastos de Venta

En la Tabla 7.3 se resumen los gastos de ventas que se compone de los siguientes puntos: sueldos, prestaciones, servicios, fletes, publicidad, seguros y papelería. En cuanto a los sueldos, estos tienen la siguiente tabulación: Agentes de venta \$1000 , Jefe de Inventarios \$833 y el Jefe de Reparto \$833 al mes, los subordinados a los Deptos de Inventarios y Reparto ganan entre \$500 y \$333 al mes.

### 7.3.4 Gastos de Administración

En la Tabla 7.4 se puede visualizar que los gastos de administración están compuestos por: sueldos y prestaciones, pago de servicios, gastos de representación y papelería.

Para los sueldos de este división tenemos el siguiente tabulador: Jefe de Crédito y Cobranzas y Jefe de Presupuestos \$1000 c/u y el Jefe de Servicios \$833 al mes, los demás subordinados a los Deptos ganan entre \$667 y \$333 al mes.

De igual forma, los gastos de ventas y administración son para un nivel de producción de 10,000 litros de aceite sucio al día por 270 días al año. Respectivamente estos gastos alcanzan las cifras de 456,498 y 336,284 dólares al año.

## 7.4 VENTAS

El precio del producto producido debe ser competitivo, por lo tanto se fijarán varios precios probables del producto en el mercado nacional, posteriormente se evaluará el costo de producir una cierta cantidad de aceite de regenerado y se comprobará si es factible desde el punto de vista económico llevar a cabo esta producción a un cierto precio de venta o el caso de que no lo sea cual sería el costo de producción mínimo para obtener ganancias.

### 7.4.1 Costos

Una de las partes importantes y a la vez interesantes de un proyecto es la determinación del punto de equilibrio, esto es conocer el nivel de producción para el cual no se tienen ganancias ni pérdidas. Para tal fin es necesario conocer los costos fijos y variables en la producción.

Para conocer el punto de equilibrio en la producción de aceite regenerado se consideraran los siguientes puntos:

- Se supondrá que la planta llevará a cabo la producción en un solo turno y que no habrá aumento de equipo ni de personal en el tiempo en que se realice el análisis.

- La producción máxima posible con el equipo descrito en el punto 5.4 es de 11,700 l aceite sucio/día (10,000 l/día de capacidad nominal de las 5 líneas de producción con el 15% de sobre diseño, más la línea piloto de 200 l).

# GASTOS DE VENTA

(US \$ de 1991)

## SUELDOS

Reparto	48.0
Inventarios	28.0
Agentes	60.0
Subtotal	

136.0

## PRESTACIONES

IMSS	13.6
Infonavit	9.5
Vacaciones	9.1
Gratificaciones	6.0
Equipo de trabajo	6.8
Capacitación	13.6
Subtotal	

58.6

## SERVICIOS

Agua	0.2
Luz	1.3
Teléfono	1.4
Fax	0.8
Otros	0.5
Subtotal	

4.2

## FLETES

Gasolina	50.0
Viáticos	30.0
Reparaciones	15.0
Subtotal	

95.0

## ENVASADO

145.0

## PUBLICIDAD

16.7

## SEGUROS

5.0

## PAPELERIA

5.0

**TOTAL** 465.5

Tabla 7.3

# GASTOS DE ADMINISTRACION

(US \$ de 1991)

## SUELDOS

Dirección	104.0
Crédito y Cobranzas	30.0
Presupuestos	30.0
Servicios	38.0

Subtotal 202.0

## PRESTACIONES

IMSS	20.2
Infonavit	14.1
Vacaciones	13.5
Gratificaciones	9.0
Equipo de trabajo	10.1
Capacitación	20.2

Subtotal 87.1

## SERVICIOS

Agua	0.2
Luz	1.3
Teléfono	1.4
Fax	0.8
Otros	0.5

Subtotal 4.2

## GASTOS DE REPRESENTACION

38.0

## PAPELERIA

5.0

**TOTAL 336.3**

Tabla 7.4

- El nivel de producción, fijado anteriormente en el inciso 3.3, es de 10,000 l aceite sucio/día durante los primeros 6 meses y luego un aumento del 2.5% trimestral para los próximos 6 semestres. Manteniéndose esa producción para el resto del periodo en estudio.

Para obtener la gráfica de equilibrio es necesario determinar los costos fijos, los costos variables y además saber como se comportan estos últimos. Siendo así, entre los Costos Fijos (CF) tenemos los pagos de sueldos y prestaciones, ya que no hay aumento del personal. De igual manera todos los servicios de ventas y administración, las depreciaciones y amortización, los seguros, gastos de representación y papelerías. Lo que da un total de \$973 mil dólares anuales, ver la Tabla 7.5.

C O S T O S F I J O S	10 <sup>3</sup> US \$
Sueldos	498.0
Prestaciones	214.7
Servicios	8.4
Depreciaciones	141.2
Amortización	2.7
Seguros	55.0
Gastos de representación	38.0
Papelería	15.0
T O T A L	973.0

Tabla 7.5

Mientras que los Costos Variables (CV) son: servicios para el área de producción, materia prima, gastos de mantenimiento, calidad, envasado, fletes y publicidad, que varían según el nivel de producción. Estableciéndose el siguiente rango de la Tabla 7.6.

NIVEL DE PRODUCCION	SERVICIOS MANTENIMIENTO CALIDAD FLETES	ENVASADO	PUBLICIDAD
6,251 - 7,500	89.0%	107.0%	\$ 30,000
7,501 - 8,000	90.0%	106.0%	\$ 25,000
8,251 - 9,000	92.5%	105.0%	\$ 22,000
9,001 - 9,500	95.5%	103.0%	\$ 20,000
9,751 - 10,000	100.0%	100.0%	\$ 16,667
10,501 - 11,000	102.5%	98.0%	\$ 18,000
11,251 - 12,000	105.5%	96.0%	\$ 20,000
12,001 - 13,000	109.0%	95.0%	\$ 22,000

Tabla 7.6

En cuanto a la materia prima, se gasta \$20.94 por litro de aceite sucio que entra al proceso o \$24.83 por cada litro de aceite regenerado que sale de la línea. En la Tabla 7.7 se muestran estos gastos variables al año para un nivel de producción de 10,000 l/día.

COSTOS VARIABLES	10 <sup>3</sup> US \$
Materia Prima	565.5
Servicios	27.6
Mantenimiento	314.7
Calidad	406.7
Envasado	145.0
Fletes	95.0
Publicidad	16.7
<b>T O T A L</b>	<b>1526.2</b>

Tabla 7.7

#### 7.4.2 Valor de venta

Por lo tanto para regenerar 2'700,000 litros de aceite sucio al año se gastan \$973.0 mil (CF) más \$1526.2 mil (CV), obteniéndose 2'277,720 litros de lubricante regenerado (según el balance de masa para la regeneración total). Calculando el gasto por litro de aceite regenerado:

$$G_{Ac.Reg.} = (CF + CV) / P_{Ac.Reg.} = (973.0 + 1571.1) / 2,277.72 = 1.1 \text{ US } \$/l \text{ (3,350 } \$/l)$$

La presentación del aceite mineral virgen en el mercado es de 1 litro, teniendo que los precios de aceite mineral virgen oscilan de 1.83 (5,500) a 3.67 (11,000) dólares por litro [34], mientras que los precios de los aceites regenerados van de 0.90 (2,700) a 2.00 (6,000) dólares por litro [34]. Es importante aclarar que los precios más bajos de aceites reciclados son cuanto sólo se filtran estos, siendo que los aceites obtenidos por el proceso implementado tienen mayor calidad que estos primeros y pueden trabajar a condiciones más severas que los mismos aceites de PEMEX ya que tienen aditivos que les confieren ciertas propiedades especiales. Claro esta que si el cliente no desea que se le adicione aditivos el costo de producción se disminuye a tal grado que el aceite regenerado puede tener un precio de producción de \$1.02/litro.

Además hay que recordar que cuando ingrese el aceite regenerado producido por la planta en estudio, la oferta se incrementará lo que puede hacer que el precio de aceites regenerados y hasta los mismos aceite vírgenes bajen. Proponiendo los siguientes precios de venta de: 1.25, 1.33 y 1.42 dólares por litro se supera el costo total de producir un litro de aceite regenerado con las condiciones especificadas en los renglones anteriores y siendo además un precio competitivo con los aceites reciclados y aún con los aceites vírgenes más baratos.

#### **7.4.3 Punto de equilibrio**

Finalmente en la Gráfica 7.1 se puede obtener el punto de equilibrio según el nivel de producción que se pretenda y el precio que se le de al aceite regenerado en el mercado. De esta forma podemos calcular no sólo las ganancias gravables para el primer año de producción, sino en cualquier año y a varios precios de venta del aceite regenerado. En necesario señalar que esta gráfica tiene validez en casos cuando no hay que pagar intereses, pues de lo contrario se tendría que elevar el precio de venta o el nivel de producción para que no se disparen los intereses.

Con este nuevo parámetro podemos determinar la capacidad de solvencia de la empresa y planear las inversiones internas a un corto plazo. Además de esto, se puede llegar a evaluar la conveniencia de implementar un segundo turno o en su defecto aumentar la capacidad o el número de líneas de producción.

#### **7.5 FUENTES DE FINANCIAMIENTO**

Las fuentes de financiamiento son personas físicas y morales a las que pueden recurrir una empresa con el propósito de poder obtener bienes o dinero necesario para el desarrollo normal de sus operaciones. Las fuentes de financiamiento desde el punto de vista de donde se obtengan pueden agruparse en internas y externas.

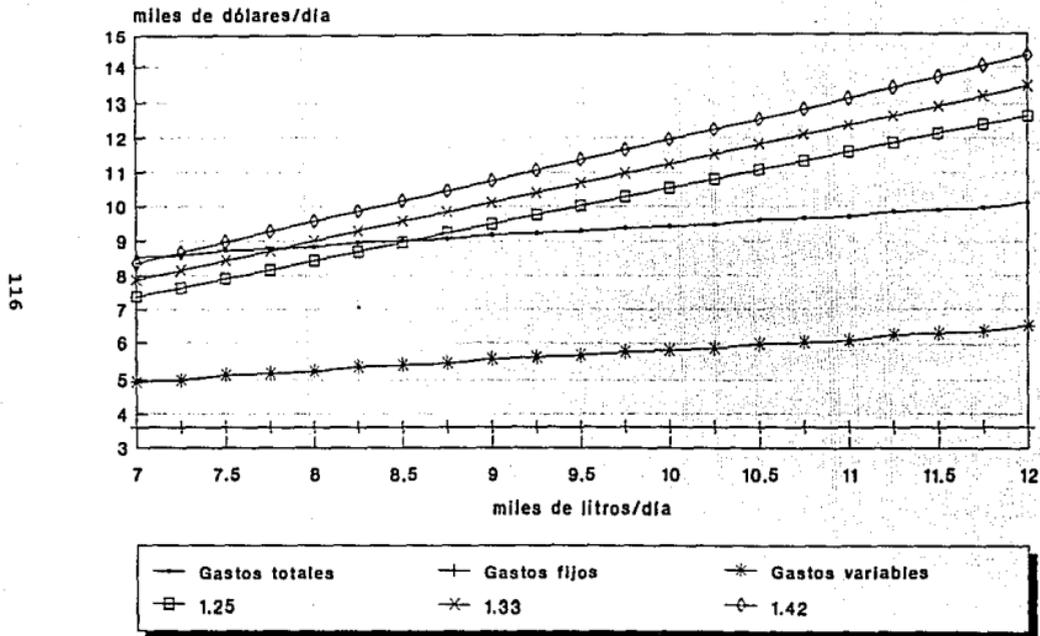
##### **7.5.1 Fuentes internas de financiamiento**

Dentro de este tipo se consideran aquellos recursos que se originan dentro de la propia empresa y también los medios de que se vale para hacer uso el mayor tiempo posible del dinero que obtuvo a través de ventas, créditos o aportaciones de socios.

##### **7.5.2 Fuentes externas de financiamiento**

Son las personas físicas o morales de donde se pueden obtener recursos para destinarlos a las operaciones de una empresa, tratando de obtener de ellos el máximo redimimiento. Dentro de estas fuentes se encuentran los proveedores, Instituciones Bancarias y Sector Público con la creación de fondos mediante los cuales se logre el desarrollo económico del país.

# DIAGRAMA DE EQUILIBRIO GASTOS vs. VENTAS



Gráfica 7.1

También pueden considerarse en función del margen del tiempo que ofrecen. Los créditos pueden ser a plazo menor de un año (crédito a corto plazo): dentro de este tipo de financiamiento figuran generalmente los créditos de proveedores, particulares, accionistas o bancos; con excepción de los créditos de avío y refaccionarios. A más de un año y menos de tres años (créditos a mediano plazo) y a más de tres años (crédito a largo plazo); las fuentes que lo ofrecen son los proveedores de maquinaria; los bancos a través de créditos refaccionarios y de avío; las financieras por crédito hipotecario industrial, directo, de avío y refaccionario; arrendadoras y por último mediante emisión de obligaciones.

### **7.5.3 Modalidades de créditos bancarios a empresas**

Las modalidades que presentan los créditos bancarios que se dirigen a empresas se encuentran clasificados en el Catálogo de Cuenta de Instituciones de Banca Múltiple en el capítulo 13 bajo el rubro "Cartera de Créditos" [35].

Descuento.- Se define el descuento como la operación mediante la cual, la institución acreditante adquiere en propiedad un título de crédito no vencido (letra de cambio o pagaré), anticipando al acreditado su valor, menos la comisión y los intereses respectivos entre la fecha de transacción y el vencimiento del documento.

Este tipo de crédito se otorga a personas dedicadas al comercio, a la producción, a la distribución y prestación de servicios, con el objeto de fortalecer el capital de trabajo. Es a corto plazo y está en función del título de crédito descontado sin exceder de 180 días.

Las desventajas de los descuentos son que el usuario se despreocupa de tramitar el cobro de los documentos, mejorando su capacidad de pago y compra al convertir en efectivo antes de vencimiento los títulos de crédito a su favor, derivados de ventas a plazo.

El costo de este crédito es el de cubrir una comisión por el manejo de los documentos y el interés respectivo de acuerdo al plazo por transcurrir al vencimiento del documento descontado y que generalmente se hace al momento de la operación. La amortización de capital no existe.

Préstamo Quirografario.- El préstamo quirografario o directo es un financiamiento que se otorga a personas físicas o morales sin más garantía que su solvencia económica y moral, con una sola firma y en ocasiones con la de un aval. Se utiliza para hacer frente a problemas transitorios de caja. El plazo va en función de las necesidades del solicitante pero en ningún caso deberá exceder de 180 días renovables una o más veces sin exceder de 360 días a contar desde la fecha de otorgamiento. El costo de este crédito son los intereses, que se cobran anticipadamente. La amortización de capital se hace en un solo pago al vencimiento del pagaré suscrito por el acreditado.

**Préstamo con garantía colateral.-** Este crédito se considera como préstamo directo, que a diferencia del anterior cuenta con una garantía real, denominada colateral. Es específico para financiar las ventas de crédito de distribuidores de línea blanca, muebles, artículos para el hogar, autos, para industriales y comerciantes, y también de inversionistas garantía colateral de acciones cotizadas en bolsa y valores. Permite al usuario proveerse de capital de trabajo para incrementar sus ventas sin congelar sus recursos propios, esperando hasta la recuperación de su cartera.

El costo de este crédito son los intereses sobre saldos insolutos que se cobran mensualmente siempre y cuando la garantía colateral no sea del 100%, pues en este caso los intereses se cobran por anticipado. La mortización del capital se hace en uno o varios pagos cuando se trata de una serie de títulos con vencimientos escalonados.

**Préstamo prendario.-** Es una operación de crédito mediante la cual, el banco presta a un cliente una determinada cantidad de dinero y éste garantiza el pago, firmando un pagaré y entregando bienes no perecederos de amplio mercado y fácil realización o facturas, títulos de crédito u otros documentos que representen mercancías o valores sobre los que se constituye prenda. Normalmente se suscribe este crédito para dar liquidez al capital de trabajo del solicitante; en negocios industriales, agrícolas y ganaderos que pretendan estos préstamos para compra de materia prima y/o equipo. El plazo de este crédito generalmente no excede de 180 días y las renovaciones hasta 360 días. El costo de este crédito son los intereses de saldos insolutos que son pagados mensualmente. La amortización de capital se hace conforme las necesidades de la empresa al ir despidiendo poco a poco el crédito en forma mensual.

**Crédito simple o cuenta corriente.-** El crédito simple es aquel en virtud del cual el banco abre crédito a su cliente hasta por una cantidad determinada que disponga de ella mediante cheques a su cargo que se registran en una cuenta especial a su nombre. El plazo es de 360 días renovables por otro igual; el usuario deberá efectuar entregas o remesas a fin de que cuando menos el 50% de su adeudo se liquide dentro de períodos 180 días. El costo son los intereses que se cobran sobre saldos deudores diarios que arroje la cuenta en cuestión. La amortización de este crédito se condiciona únicamente a que el acreditado debe efectuar entregas o remesas. En caso de extinción de crédito, deberá cubrir el acreditado el saldo deudor.

**Préstamo hipotecario industrial, agrícola o ganadero.-** Es aquel en virtud del cual la institución acreditante presta una determinada cantidad de dinero a un cliente para el fomento y explotación de su empresa y cuyo importe queda garantizado por la hipoteca sobre la unidad industrial, agrícola o ganadera.

Se destina a la adquisición, reparación y mejoras de la unidad industrial, agrícola o ganadera y en general, al fomento y explotación de la misma. Su plazo es generalmente 7 años, pero puede llegar hasta 15 años para los industriales. El costo son los intereses sobre saldos insolutos. La amortización del capital es mensual, trimestral o semestral según la capacidad de pago del acreditado.

**Crédito de habilitación o avío.**- Es un convenio por el cual, el acreditante se obliga a poner una suma de dinero a disposición del acreditado, quien a su vez, queda obligado a invertir el importe de el crédito, en la adquisición de materia primas y materiales, en el pago de jornales, salarios y gastos directos de explotación indispensables para los fines de la empresa; quedando garantizado el crédito con las materias primas y materiales adquiridos y con los productos que se obtengan.

Sólo pueden otorgarse para el fomento de una empresa que esté trabajando o a punto de funcionar, siendo posible que la empresa opere a partir del primer acto de disposición. Esta destinado a integrar el capital de trabajo de la empresa. El plazo del crédito se determina con base al ciclo de producción y capacidad de pago del solicitante, sin exceder de trece años. El costo de este crédito son los intereses sobre saldos insolutos pagaderos mensualmente a partir del otorgamiento del crédito.

La amortización del capital pueden ser mensual o trimestral, aceptándose de tres a seis meses de gracia á partir de la fecha en que se firme el contrato respectivo. Las ventajas son la obtención de financiamiento para la adquisición de insumos, pagos de salarios y gastos de exportación, refuerzan el activo circulante y las tasas de interés preferenciales.

**Crédito refaccionario.**- Se puede definir como un convenio por el cual el acreditante se obliga a poner una suma de dinero a disposición del acreditado, a quien a su vez queda obligado a invertir el importe del crédito en la compra o instalación de maquinaria y en la construcción o realización de obras materiales para el fomento de la empresa quedando garantizado el crédito con las construcciones, maquinaria y con los frutos o productos futuros. Tiene un destino específico que les fija la Ley y tienen una duración de tres a siete años con un año de gracia.

## 7.6 FINANCIAMIENTO

El capital necesario para la realización de la planta regeneradora de aceites lubricantes usados se cubrirá por medio de las aportaciones que hagan los socios y el resto se obtendrá al hacer uso de dos crédito refaccionarios que son los más favorables para financiar la inversión y se mediará para esto con el Fondo de Equipamiento Industrial y otro préstamo para el capital de trabajo que se obtendrá de una institución bancaria particular.

Es necesario señalar que no se requiere manejar moneda extranjera dado que el equipo que se tiene que adquirir es en su totalidad vendido por fabricantes y/o distribuidores nacionales. Y aun cuando algunas cotizaciones son dadas en dólares, al momento del pago se realizan en moneda nacional. Así mismo las asesorías y proyectos que sean necesarios se harán con personal que cobra en moneda nacional.

#### **7.6.1 Aportaciones de socios**

Para cubrir una parte de la inversión y el capital de trabajo se cuenta con 8 socios, los cuales están dispuestos a invertir ciertos bienes, servicios y/o dinero según acuerdos predeterminados entre ellos y según sus capacidades e intereses particulares. Además algunos ellos ocuparán puestos en la organización de la empresa, no sólo en la mesa directiva sino prestando sus servicios como profesionistas.

Las aportaciones de los socios se distribuyen de la siguiente forma: uno de ellos aportará el terreno (recordar que fue uno de los factores que decidieron ubicar la planta en Toluca) que tiene un valor de 93.75 mil dólares y 70 mil dólares en efectivo; dos más financiarán la ingeniería de diseño así como las instalaciones ya que cuentan con una firma de constructoría además de aportar 50 mil dólares en efectivo, dando un subtotal de 138.3 mil dólares; otro aportará dos camiones y un auto particular cuyo valor asciende a 131.6 mil dólares; uno más cubrirá los gastos de la constitución de la sociedad y permisos, más 20 mil dólares que en total dan 72.2 mil dólares; uno adicionará un auto y 200 mil dólares en herramienta, equipo para el taller y efectivo, esto da 241.7 mil dólares; finalmente dos restantes cubrirán el capital de caja e inventarios del capital de trabajo, 93.3 mil dólares, pero hasta unas semanas antes de que entre a funcionar completamente la planta y por lo tanto no se podrá disponer de este último monto para financiar la inversión.

En total los socios aportarán la suma de 747.5 mil dólares a la inversión inicial y 96.4 mil al capital de trabajo quedando 894.8 mil y 163.4 mil dólares por cubrir, para la inversión y capital de trabajo respectivamente, mediante el financiamiento.

#### **7.6.2 Capacidad de endeudamiento**

Tomando en cuenta las características de las diferentes fuentes de financiamiento, se decidió optar por financiar la parte de inversión inicial mediante préstamos refaccionario contratados con el Fondo de Equipamiento Industrial (FONEI) a través de una institución bancaria. Y por las características intrínsecas del proyecto conviene que la inversión se divida en dos préstamos, ya que aún cuando se cuente con el dinero no es posible y/o factible canalizar este dinero en el proyecto.

El primer préstamo será de \$488.3 mil, el necesario para la construcción física de la planta, y el segundo será por \$406.5 mil y después de un año de avance en la obra, el destino: compra de equipo, maquinaria, vehículos, mobiliario, etc. Las disposiciones de mayor interés para este tipo de financiamiento fijadas por el Banco de México para el FONEI son: tasa de descuento del 26.11% anual capitalizable semestralmente (12.3% semestral), plazo de amortización de 7 años y la forma de pago es determinada por el mismo solicitante.

Como la construcción total de la planta regeneradora se llevará 3 semestres y será hasta el cuarto semestre cuando se pueda tener alguna remuneración por el producto vendido, se deben tener en cuenta el pago de los intereses en los semestres en que se construya la planta. Los préstamos solicitados serán, contando los pagos de intereses, de \$773.8 mil y \$463.5 mil para el primero y segundo préstamo respectivamente.

El único préstamo para solventar el capital de trabajo, 163.4 mil dólares, será canalizado directamente por una institución bancaria con un interés efectivo mensual del 2.3% (14.618% semestral) y solicitado exactamente para el comienzo de producción.

#### 7.7 JUSTIFICACION FINANCIERA

De la Tabla 7.7 a la 7.9, se muestran los Estados de Pérdidas y Ganancias y la tasa interna de retorno para cada uno de los precios de venta del producto. Recordar que el pago de intereses para los tres semestres posteriores los préstamos para la inversión se realizan con una parte del mismo préstamo y que además es más conveniente pagar el principal del préstamo para el capital de trabajo porque tiene mayor tasa de interés. Notar que las ganancias totales obtenidas se destinan al pago de intereses y principal.

La tasa de inflación que se utiliza en la presente evaluación es de 2.4% semestralmente (4.86 anual) que es la correspondiente a la inflación en Estados Unidos en los últimos años. Los impuestos se toman como un 35% de la ganancia gravable y el reparto de utilidades como un 10% de la misma cifra. Para el cálculo de la tasa interna de retorno se hará con base a que la planta tiene una vida útil de 30 años, y aún cuando las instalaciones, mobiliario, maquinaria y vehículos no tienen la misma vida útil esto se prevee en las depreciaciones, para su reposición y duración por un lapso de 30 años. Además la tasa interna de retorno esta basada para la recuperación del capital de inversión que aportaron los socios.

## SERIE DE PAGOS

(miles de dólares 91')

Semestre	Préstamo	Saldo Tot.	Pago Int.	Pago Prin.	Ganancias	Saldo Ins.	Intereses
91-II	-773.8					-773.8	-95.2
92-I		-848.6	92.9			-755.7	-92.9
92-II	-442.0	-809.3	88.6			-1162.7	-143.0
93-I	-152.1	-1216.0	133.2			-1235.0	-165.3
93-II		-1273.5	150.3	-12.5	137.8	-1135.7	-139.7
94-I		-1160.0	127.1	45.5	172.6	-987.4	-121.5
94-II		-984.9	107.9	104.1	212.0	-772.9	-95.1
95-I		-752.9	82.5	173.9	256.3	-496.5	-61.1
95-II		-472.3	51.7	212.3	264.0	-208.3	-25.6
96-I		-193.5	21.2	172.3	257.8	64.3	
96-II					251.8		
97-I					245.9		
97-II					240.1		
98-I					234.5		

## ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS

(miles de dólares 91')

	93-II	94-I	94-II	95-I	95-II	96-I	96-II	97-I
VENTAS	1294.7	1343.7	1378.6	1414.5	1398.4	1365.6	1333.6	1302.3
COSTO DE PRODUC.	792.4	806.3	809.8	809.2	793.6	775.0	756.9	739.1
GANANCIAS BRUTAS	502.4	537.3	568.8	605.3	604.7	590.6	576.7	563.2
GASTOS DE VENTA	211.7	211.9	207.5	203.1	198.3	193.7	189.1	184.7
GASTOS DE ADMON.	152.9	152.9	149.3	145.8	142.4	139.1	135.8	132.6
GASTOS TOTALES	364.6	364.8	356.9	348.9	340.7	332.7	325.0	317.3
INTER. Y PRINC.	137.8	172.6	212.0	256.3	264.0	193.5	0.0	0.0
GANANCIA GRAVABLE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	64.3	251.8	245.9
IMPUESTOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.5	88.1	86.1
PARTICIPACION	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	25.2	24.6
UTILIDAD	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.4	138.5	135.2

NOTA: El precio de venta es de 1.25 \$/litro

TASA INTERNA DE RETORNO DE

63.49 %

## SERIE DE PAGOS

(miles de dólares 91')

Semestre	Préstamo	Saldo Tot.	Pago Int.	Pago Prin.	Ganancias	Saldo Ins.	Intereses
91-II	-773.8					-773.8	-95.2
92-I		-848.6	92.9			-755.7	-92.9
92-II	-442.0	-809.3	88.6			-1162.7	-143.0
93-I	-152.1	-1216.0	133.2			-1235.0	-165.3
93-II		-1273.5	150.3	73.8	224.1	-1049.4	-129.1
94-I		-1071.8	117.4	144.7	262.1	-809.7	-99.6
94-II		-807.6	88.5	215.4	303.9	-503.7	-62.0
95-I		-490.7	53.7	296.9	350.6	-140.0	-17.2
95-II		-133.2	14.6	118.6	357.2	224.0	
96-I					348.9		
96-II					340.7		
97-I					332.7		
97-II					324.9		
98-I					317.3		

## ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS

(miles de dólares 91')

	93-II	94-I	94-II	95-I	95-II	96-I	96-II	97-I
VENTAS	1381.0	1433.3	1470.5	1508.8	1491.6	1456.6	1422.5	1389.2
COSTO DE PRODUC.	792.4	806.3	809.8	809.2	793.6	775.0	756.9	739.1
GANANCIAS BRUTAS	588.7	626.9	660.7	699.6	698.0	681.6	665.6	650.0
GASTOS DE VENTA	211.7	211.9	207.5	203.1	198.3	193.7	189.1	184.7
GASTOS DE ADMON.	152.9	152.9	149.3	145.8	142.4	139.1	135.8	132.6
GASTOS TOTALES	364.6	364.8	356.9	348.9	340.7	332.7	325.0	317.3
INTER. Y PRINC.	224.1	262.1	303.9	350.6	133.2	0.0	0.0	0.0
GANANCIA GRAVABLE	0.0	0.0	0.0	0.0	224.0	348.9	340.7	332.7
IMPUESTOS	0.0	0.0	0.0	0.0	78.4	122.1	119.2	116.4
PARTICIPACION	0.0	0.0	0.0	0.0	22.4	34.9	34.1	33.3
UTILIDAD	0.0	0.0	0.0	0.0	123.2	191.9	187.4	183.0

NOTA: El precio de venta es de 1.33 \$/litro

TASA INTERNA DE RETORNO DE

75.36 %

## SERIE DE PAGOS

(miles de dólares 91')

Semestre	Préstamo	Saldo Tot.	Pago Int.	Pago Prin.	Ganancias	Saldo Ins.	Intereses
91-II	-773.8					-773.8	-95.2
92-I		-848.6	92.9			-755.7	-92.9
92-II	-442.0	-809.3	88.6			-1162.7	-143.0
93-I	-152.1	-1216.0	133.2			-1235.0	-165.3
93-II		-1273.5	150.3	160.1	310.4	-963.1	-118.5
94-I		-983.7	107.7	244.0	351.7	-632.0	-77.7
94-II		-630.3	69.0	326.8	395.8	-234.5	-28.8
95-I		-228.5	25.0	203.4	444.9	216.5	
95-II					450.4		
96-I					439.9		
96-II					429.6		
97-I					419.5		
97-II					409.7		
98-I					400.1		

## ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS

(miles de dólares 91')

	93-II	94-I	94-II	95-I	95-II	96-I	96-II	97-I
VENTAS	1467.4	1522.8	1562.4	1603.1	1584.8	1547.7	1511.4	1476.0
COSTO DE PRODUC.	792.4	806.3	809.8	809.2	793.6	775.0	756.9	739.1
GANANCIAS BRUTAS	675.0	716.5	752.7	793.9	791.2	772.6	754.5	736.8
GASTOS DE VENTA	211.7	211.9	207.5	203.1	198.3	193.7	189.1	184.7
GASTOS DE ADMON.	152.9	152.9	149.3	145.8	142.4	139.1	135.8	132.6
GASTOS TOTALES	364.6	364.8	356.9	348.9	340.7	332.7	325.0	317.3
INTER. Y PRINC.	310.4	351.7	395.8	228.5	0.0	0.0	0.0	0.0
GANANCIA GRAVABLE	0.0	0.0	0.0	216.5	450.4	439.9	429.6	419.5
IMPUESTOS	0.0	0.0	0.0	75.8	157.7	154.0	150.4	146.8
PARTICIPACION	0.0	0.0	0.0	21.6	45.0	44.0	43.0	42.0
UTILIDAD	0.0	0.0	0.0	119.1	247.7	241.9	236.3	230.7

NOTA: El precio de venta es de 1.42 \$/litro

TASA INTERNA DE RETORNO DE

85.92 %

Tabla 7.9

124

# **CAPITULO VIII**

## **ADMINISTRACION**

**Y**

## **ORGANIZACION**

En este último capítulo se planteará la organización y administración de la empresa encargada de llevar a cabo la regeneración del aceite lubricante usado, así como de los productos secundarios que también pudiera regenerar.

Primeramente señalaré la composición de dicha empresa por medio de un organigrama. La empresa en su parte más alta está representada por la Directiva que define las políticas a seguir y hará que se cumplan por medio de una Dirección General, esta dirección tendrá a su cargo tres divisiones: la de Ventas, la de Administración y la de Ingeniería. A su vez cada una de las divisiones está dividida en Departamentos, como se puede ver en la *Figura 8.1.*

## 8.1 DESCRIPCION DE PUESTOS

### 8.1.1 Directiva

La Directiva está formada por los accionistas y son los que determinan las políticas a seguir dentro de la empresa. Entre ellos mismos eligen a un representante que funge como Presidente, para que por medio de él hagan valer sus decisiones y sea el representante legal de la empresa para cualquier asunto jurídico, laboral, comercial, etc. Esta misma Directiva elige al Director General, determina el tiempo de su función y le da a conocer sus políticas por medio del Presidente, para que las lleve a cabo en la planta.

### 8.1.2 Director General

Nombre del puesto:	Director General
Ubicación:	Dirección General
Jefe inmediato superior:	Presidente de la Directiva
Subordinado directo:	Jefe de Ventas Jefe de Administración Jefe de Ingeniería

#### Contactos permanentes

##### a) internos

Directiva:	Para informar de las labores realizadas y proporcionar la información que sea requerida por la Directiva.
Jefe de Ventas:	Trabajar en base a las demandas de los consumidores y disposición de materia prima.
Jefe de Administración:	Trabajar conforme al presupuesto general de operación.
Jefe de Ingeniería:	Trabajar conjuntamente en base a las metas de Ingeniería establecidas.
Secretarías:	Realizar trabajos ejecutivos.

# ORGANIGRAMA

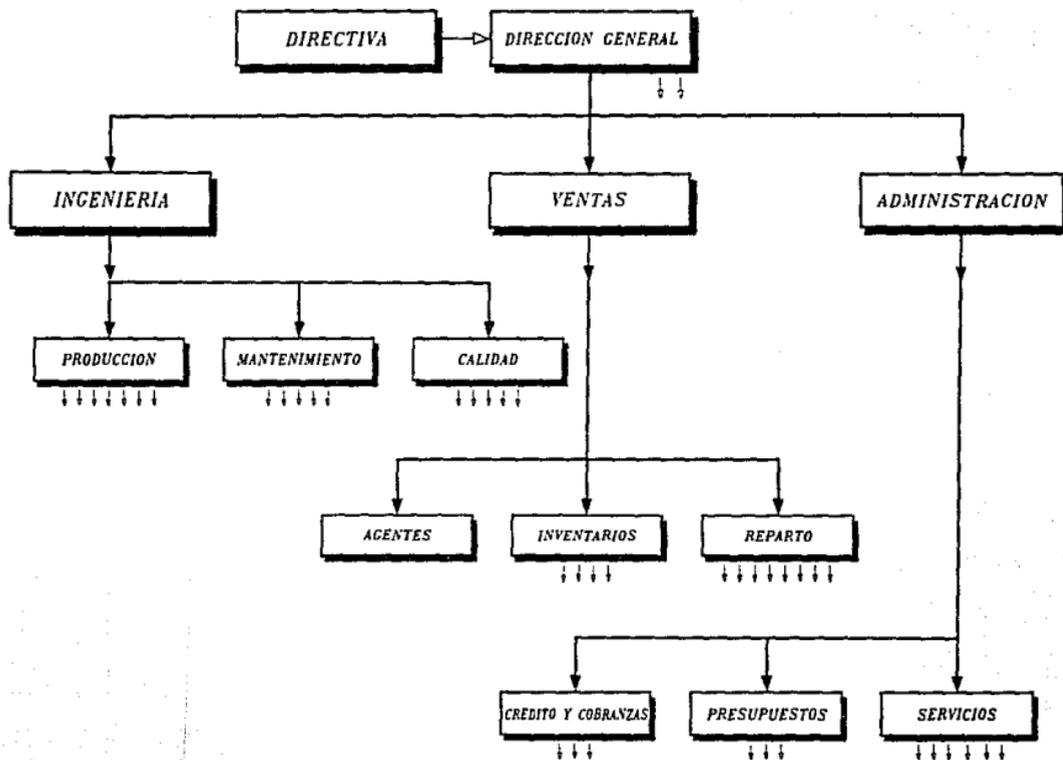


Figura 8.1.  
127

b) externos

Asesores:

Para orientarlo respecto a los problemas que puedan acaecer durante su dirección.

Descripción genérica.- El Director General es el responsable ante la Directiva. Para esto su función es programar, organizar, dirigir, coordinar y controlar, con la sola limitación de la política de la Directiva y normas fijadas previamente, las actividades de todas las divisiones auxiliándose del Jefe respectivo.

Descripción específica:

- Realizar las previsiones financieras y aprobar el presupuesto general de operación de la empresa, por todo el período definido.
- Introducir sistemas y métodos de operación, auxiliándose en su caso de asesores especializados, para aumentar la productividad y eficiencia de la empresa.
- Celebrar juntas, reuniones y/o seminarios para coordinar las actividades de cada área en el desarrollo operativo de la empresa.
- Analizar e interpretar los estados financieros de la empresa, examinando los distintos renglones (préstamos, inversiones, créditos, etc.), con el fin de tomar las medidas necesarias para mantener y mejorar la situación económica de la empresa.
- Realizar estudios socio-económicos de índole general sobre niveles de salarios, costo de la vida, penetración de mercados, competencia.
- Vigilar que los Jefes de División se apeguen a las políticas y funciones que les han sido fijadas, de tal forma que no exista la duplicidad de mandos ni la fuga de obligaciones, así como orientar sus funciones.
- Estudiar y revisar constantemente la organización de la empresa para decidir los cambios que ésta requiere, modificando, suprimiendo puestos; ajustando grados de autoridad y responsabilidad.
- Vigilar la formulación de todos los instrumentos técnicos de organización, como son: manuales de organización, cartas de organización, análisis de puestos, etc.
- Delegar la autoridad que requiera cada uno de sus colaboradores inmediatos, mirando que esta tenga correspondencia con la responsabilidad y fijar los límites de la autoridad, así como los controles necesarios para mantener siempre informado el ejercicio que se haga de ésta.
- Evaluar, aprobar y/o rechazar proyectos y planes de nuevos programas o actividades ha desarrollar.
- Analizar y solucionar los problemas de coordinación, supervisión y operaciones que se presenten.

### 8.1.3 Jefe de Ventas

Nombre del puesto:	Jefe de Ventas
Ubicación:	División de Ventas
Jefe inmediato superior:	Director General
Subordinado directo:	Jefe de Reparto y Recolección Jefe de Inventarios Agentes de Ventas

#### Contactos permanentes

##### a) internos

Director General:	Para recibir las instrucciones referentes al puesto y reportar las existencias y requerimientos de almacén.
Jefes de División:	Trabajo en conjunto.
Agentes de Ventas:	Para estar al tanto de las ventas efectuadas, así como de los requerimientos de los clientes.
Jefe de Inventarios:	Para estar al tanto de las existencias de las materias primas y productos finales.
Jefe de Reparto y Recolección:	Para estar al tanto de los embarques de reparto y recolección.
Secretarías:	Realizar trabajos administrativos

##### b) externos

Clientes:	Para atenderlos en lo referente a los servicios y productos que pueden dárseles por medio de la empresa.
-----------	--

Descripción genérica.- El Jefe de Ventas es el responsable ante el Director General, de la formulación y cumplimiento del presupuesto de ventas, para lo cual programa, organiza y dirige al personal que está a su cargo.

#### Descripción específica:

- Elabora conjuntamente con el Director y los otros Jefes de División, el presupuesto general de ventas de la empresa.
- Propone estudios de mercadotecnia, con el fin de aumentar las ventas.
- Sugiere modificaciones a las normas y reglas establecidas para que estas se apeguen a la situación del mercado.
- Contempla la capacitación y adiestramiento del personal bajo su responsabilidad.
- Analiza e interpreta las estadísticas de ventas, a fin de conocer el comportamiento del mercado y toma las medidas necesarias para mejorar las ventas.
- Controla los inventarios para evitar el estancamiento, falta o pérdida de mercancías.
- Autoriza el pago de comisiones a los Agentes de Ventas.
- Planea las rutas de reparto y recolección de producto, así como de la materia prima respectivamente.

#### 8.1.4 Jefe de Administración

Nombre del puesto:	Jefe de Administración
Ubicación:	División de Administración
Jefe inmediato superior:	Director General
Subordinado directo:	Jefe de Crédito y Cobranzas Jefe de Presupuestos Jefe de Servicios

#### Contactos permanentes

##### a) internos

Director General:	Para recibir las instrucciones referentes al puesto y reportas los estados financieros.
Jefes de División:	Trabajar en conjunto.
Jefe de Crédito y Cobranzas:	Para realizar todas las diferentes operaciones comerciales con bancos, proveedores, clientes, etc.
Jefe de Presupuestos:	Para programar todos los tipos de pagos y los cobros.
Jefe de Servicios:	Para que se efectúen debidamente las tareas de limpieza y vigilancia, atienda las necesidades del personal sindicalizado.
Secretarías:	Realizar trabajos administrativos

##### b) externos

Bancos y Financieras:	Mantener buenas relaciones y vigilar que se cumplan con las obligaciones y deudas contraídas por ambas partes.
Asesores Legales:	En la buena orientación que le puedan proporcionar, para la resolución de los problemas jurídicos, financieros y laborales.
Auditores:	Mantener buenas relaciones y proveer de la información necesaria a las autoridades respectivas.

Descripción genérica.- El Jefe de Administración es responsable ante el Director General, de la formulación y estricto cumplimiento del presupuesto general de operación de la compañía, de manejar eficazmente los recursos económicos de la empresa, de elaborar las políticas y lineamientos contables, de crédito, compras, ventas, etc., mantienen en orden y actualiza los registros contables que la empresa produzca.

#### Descripción específica:

- Controlar el desarrollo del presupuesto general de operaciones de la empresa, mediante la elaboración estados financieros y comprobar las cifras reales y las presupuestadas.
- Elabora el programa de pagos a proveedores, financieras, bancos, personal, etc.

### 8.1.5 Jefe de Ingeniería

Nombre del puesto:	Jefe de Ingeniería
Ubicación:	División de Ingeniería
Jefe inmediato superior:	Director General
Subordinado directo:	Jefe de Producción Jefe de Mantenimiento Jefe de Control de Calidad

#### Contactos permanentes

##### a) internos

Director General:	Para recibir instrucciones relativas al puesto y llevar a cabo la Ingeniería fijada.
Jefes de División:	Trabajar conjuntamente.
Jefe de Producción:	Para llevar a cabo la producción diaria y programar el sistema para las diferentes calidades y tipos de la materia prima.
Jefe de Mantenimiento:	Para mantener las instalaciones y el equipo en buen funcionamiento así como atender las fallas y programar los paros por mantenimiento.
Jefe de Control de Calidad:	Para verificar que se tengan los niveles de calidad apropiados.
Secretaria:	Realizar trabajos administrativos.

##### b) externos

Asesores:	En la buena orientación de ellos, para la resolución de los problemas técnicos y de investigación de la compañía.
Audidores:	Mantener buenas relaciones y proveer de la información necesaria a las autoridades respectivas.

Descripción genérica.- El Jefe de Ingeniería es responsable ante el Director General, de la elaboración y escrito cumplimiento del presupuesto del departamento de Ingeniería, tanto del manejo del personal de Ingeniería como del mismo equipo. Dictar los lineamientos necesarios para alcanzar metas de producción planeadas.

#### Descripción específica:

- Conjuntamente con el Director General, elabora el presupuesto anual para la división a su cargo.
- Elabora sistemas y métodos para vigilar el grado de avance de las labores de cada uno de los departamentos a su cargo.
- Verifica las especificaciones y cantidades de materiales que va a requerir para cumplir con las metas propuestas de Ingeniería.
- Vigila que se cumplan las normas de higiene y seguridad industrial.

- Debe tomar en cuenta los paros por mantenimiento correctivo y preventivo.
- Contempla la capacitación y adiestramiento del personal bajo su responsabilidad.
- Determina los elementos que intervienen en un buen control, tales como: emisión de órdenes de Ingeniería, verificación de la maquinaria, de los materiales, de las cargas del equipo, etc., para detectar inmediatamente las posibles fallas que pudieran existir.

#### 8.1.6 Jefe de Reparto y Recolección

Nombre del puesto: Jefe de Reparto y Recolección  
 Ubicación: Depto. de Reparto y Recolección  
 Jefe inmediato superior: Jefe de Ventas  
 Subordinado directo: Repartidores

##### Contactos permanentes

##### a) internos

Jefe de ventas: Para planear tanto las rutas de reparto, como las de recolección de aceite sucio y tratado.  
 Jefe de Inventarios: Para la buena contabilización de las existencias de aceite sucio y/o tratado.  
 Repartidores: Para indicarles las rutas, proveedor o cliente y tipo de carga a repartir o recoger.

##### b) externos

Talleres automotrices: Mantener buenas relaciones con los talleres de reparación de vehículos.

Descripción genérica.- Es el responsable de la buena coordinación y planeación de los embarques de producto final y aceite sucio. Así como de preservar en buenas condiciones la flotilla de carros tanque de la empresa.

#### 8.1.7 Jefe de Inventarios

Nombre del puesto: Jefe de Inventarios  
 Ubicación: Depto. de Inventarios  
 Jefe inmediato superior: Jefe de Ventas  
 Subordinado directo: Obreros

##### Contactos permanentes

##### a) internos

Jefe de ventas: Para cotejar y aclarar dudas con respecto a las existencias físicas del almacén.

- Obreros:** Para que realicen las labores que se les asignen.
- b) **externos**  
**Proveedores** Recibir las materias solicitadas, reclamar los pedidos incompletos y/o fuera de especificaciones.
- Audidores:** Mantener buenas relaciones y proveer de la información necesaria a las autoridades respectivas.

**Descripción genérica.-** El Jefe de Inventarios es el encargado de efectuar todos los movimientos de ingresos y egresos de materias, mantener los niveles óptimos de inventario, mantener limpio y ordenado el almacén y de implantar sistemas de seguridad para el manejo y estiba de los materiales.

#### 8.1.8 Agentes de Ventas

**Nombre del puesto:** Agente de Ventas  
**Ubicación:** Ventas  
**Jefe inmediato superior:** Jefe de Ventas  
**Subordinado directo:** Ninguno

#### Contactos permanentes

- a) **internos**  
**Jefe de Ventas:** Para reportar las ventas efectuadas y las asesorías dadas. Y también comentar la propuesta e inquietudes de los clientes.
- b) **externos**  
**Clientes:** Efectuar visitas tanto a los clientes permanentes como a los potenciales, para asesorarles y/o venderles el producto y/o servicio.

**Descripción genérica.-** El Agente de Ventas es el responsable de coordinar ante de Jefe de su división, de realizar la cuota de ventas que se le asigne, dentro de las políticas previamente establecidas. Efectuar demostraciones ante los clientes.

#### 8.1.9 Jefe de Crédito y Cobranzas

**Nombre del puesto:** Jefe de Crédito y Cobranzas  
**Ubicación:** Depto. de Crédito y Cobranzas  
**Jefe inmediato superior:** Jefe de Administración  
**Subordinado directo:** Oficinistas

### Contactos permanentes

- a) internos  
Jefe de Administración: Autorización de créditos a clientes y realización de pagos a proveedores, bancos, salarios, etc.  
Oficinistas: Realización de tareas administrativas
- b) externos  
Proveedores: Efectuar sus pagos y obtener crédito.  
Bancos: Efectuar toda clase de transacciones.  
Clientes: Extensión de créditos y cobros.

Descripción genérica.- El Jefe de Crédito y Cobranzas se encarga de notificar los créditos a los clientes y de efectuar los pagos a los diferentes proveedores. De manera similar trata de obtener crédito por parte de los proveedores. También realiza todo tipo de movimientos bancarios, ya sea para efectuar cualquier tipo de pago o inversión.

#### 8.1.10 Jefe de Presupuestos

Nombre del puesto: Jefe de Presupuestos  
Ubicación: Depto. de Presupuestos  
Jefe inmediato superior: Jefe de Administración  
Subordinado directo: Oficinistas

### Contactos permanentes

- a) internos  
Jefe de Administración: Planear los gastos y entradas para realizar inversiones en materia prima o bancos, etc.  
Oficinistas: Realización de tareas administrativas
- b) externos  
Proveedores: Obtención de tipos de crédito.  
Bancos: Obtención de tasas de interés.  
Clientes: Elaboración de tipos de crédito.

Descripción genérica.- Elaborar las diferentes alternativas de crédito a los clientes, así como evaluar la mejor inversión del capital obtenido en bancos, materia prima; tomando en cuenta las necesidades de equipo, posibles aumentos de salarios, prestamos, etc.

#### 8.1.11 Jefe de Servicios

Nombre del puesto: Jefe de Servicios  
Ubicación: Depto. de Servicios  
Jefe inmediato superior: Jefe de Administración  
Subordinado directo: Personal de Vigilancia  
Personal de Intendencia

### Contactos permanentes

#### a) internos

Jefe de Administración: Para establecer normas de limpieza, vigilancia y seguridad.  
Vigilancia: Supervisar y preveer la seguridad de la planta.  
Intendencia: Mantener aseados las diferentes áreas de la planta.

#### b) externos

Ninguno

Descripción genérica.- El Jefe de Servicios se deberá encargar de atender las necesidades de limpieza y de vigilancia. También tendrá a su cargo el mantenimiento de áreas verdes y estacionamiento.

### 8.1.12 Jefe de Producción

Nombre del puesto: Jefe de Producción  
Ubicación: Depto. de Producción  
Jefe inmediato superior: Jefe de Ingeniería  
Subordinado directo: Supervisor de producción

### Contactos permanentes

#### a) internos

Jefe de Ingeniería: Pasar las ordenes de producción, programar el equipo para los diversos tipos y calidades de materia prima. Para que le auxilie en la supervisión y realización de la producción.  
Supervisor de Producción: Para que realizen las labores que se les asignen.  
Obreros:

#### b) externos

Centros de capacitación: Para recibir información sobre cursos de capacitación y adiestramiento.

Descripción genérica.- El Jefe de Producción es el responsable ante el Jefe de Ingeniería de realizar la producción fijada. También tiene que ver por la capacitación de su personal como la implementación de nuevas etapas o mejoración de estas en el proceso.

### 8.1.13 Jefe de Mantenimiento

Nombre del puesto: Jefe de Mantenimiento  
Ubicación: Depto. de Mantenimiento  
Jefe inmediato superior: Jefe de Ingeniería  
Subordinado directo: Supervisor de mantenimiento

## Contactos permanentes

### a) internos

Jefe de Ingeniería:

Pasar las ordenes de reparación, programar las actividades de mantenimiento preventivo, correctivo y las requisiciones de material de taller.

Supervisor de Mantenimiento:

Para que se supervise las tareas de mantenimiento y reporte las anomalías en el equipo.

Obreros:

Para que realicen las labores que se les asignen.

### b) externos

Refaccionarias:

Mantener una relación estrecha con las distribuidoras de equipos y/o refacciones.

Descripción genérica.- El Jefe de Mantenimiento es el responsable ante de jefe, de elaborar y cumplir las órdenes de reparación, elaborar el programa de actividades de mantenimiento preventivo, mantener en buen estado tanto el equipo como todas las instalaciones para evitar accidentes en la planta.

## 8.1.14 Jefe de Control de Calidad

Nombre del puesto:

Jefe de Control de Calidad

Ubicación:

Depto. de Calidad

Jefe inmediato superior:

Jefe de Ingeniería

Subordinado directo:

Laboratoristas

## Contactos permanentes

### a) internos

Jefe de Ingeniería:

Mantener un contacto permanente para verificar que se cumplan con las normas y requisitos de calidad.

Laboratoristas:

Realizar las tomas de muestreo, los análisis pertinentes para el buen control del producto final.

### b) externos

Droguerías y casas de instrumentos y equipo de laboratorio:

Mantener una relación estrecha con las casas de reactivos químicos, instrumentos y equipos para el laboratorio.

Descripción genérica.- El Jefe de Control de Calidad es el responsable de la determinación cuantitativa y cualitativa del tratamiento del aceite sucio, para que el producto final cumpla con las características establecidas de antemano.

## **8.2 BASE LEGAL**

La Base Legal es una relación de los títulos de los principales ordenamientos jurídicos, de los cuales se derivan las instrucciones de la identidad o de las unidades administrativas comprendidas entre ella.

Es por eso que se constituirá una Sociedad anónima de Capital Variable, que para fines legales estará comprendida por 8 socios, un capital superior al marcado por la ley, con un registro de Hacienda y un número de cuenta de IVA registrados en la dependencia correspondiente. Así como los libros y papelería que toda empresa establecida bajo un ámbito legal debe de poseer.

Viendo a la empresa desde un punto de vista jurídico, laboral, comercial y social, está sujeta a ciertas Leyes, Reglamentos y Gravámenes que regulan su actividad desde el momento en que nace. dentro de estas Leyes y reglamentos, cabe mencionar las siguientes:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Código Fiscal
- Código de comercio y Leyes Complementarias
- Ley del Impuesto Sobre la Renta
- Ley del Impuesto Sobre Ingresos Mercantiles
- Ley General de Sociedades mercantiles
- Ley Federal del Trabajo
- Ley del Instituto Mexicano del Seguro Social
- Ley del Infonavit
- Ley de Patentes
- Así como los respectivos Reglamentos de cada una de las Leyes, Decretos y demás disposiciones legales.

# CONCLUSIONES

Como quedó expuesto anteriormente la regeneración de aceites --lubricantes, de corte y de transformador-- ofrece atractivas ventajas, tanto al empresario inversionista como a la sociedad en general.

## ASPECTOS TECNOLOGICOS

Desde un punto de vista tecnológico, las principales ventajas que ofrece el proceso propuesto son las siguientes:

El equipo y el proceso están diseñados para el ahorro de energía, tanto eléctrica como calorífica, ya que toman en cuenta las caídas de temperatura y de gravedad.

También, se consumen menos reactivos y energía al realizar algunos de los procesos de calentamiento y de reacciones químicas en equipo con mayor confinamiento.

La implementación de líneas de producción con diversas capacidades permite usar equipo no sobredimensionado y ahorrar energía e insumos al tiempo que permite gran confiabilidad en el aceite regenerado.

El equipo, al igual que la operación y el mantenimiento no son de alto riesgo, no presentan gran dificultad y además son comerciales y baratos.

Por otro lado el proceso es muy versátil. En efecto, puede regenerar el aceite a las condiciones que demande su posterior uso y además puede implementarse también para aceites de corte y de transformador.

Es preciso apuntar que una planta de regeneración con las características señaladas en este trabajo posee un gran potencial para la cogeneración en virtud de la enorme cantidad de vapor producido durante su funcionamiento.

Otro aspecto interesante se refiere a que, el proceso para obtener las gasolinas y el diesel, consume menos energía que la requerida por las unidades que producen los aceites lubricantes.

Finalmente, cabe aclarar que el proceso explicado se puede mejorar de manera sensible si se impulsa la investigación en torno a las propiedades de los aceites usados y se apoya la capacitación del personal encargado de manejar este tipo de desechos generados en los talleres e industrias respectivas.

## EVALUACION FINANCIERA

Para un precio de venta de 1.17 dólares por litro, el proyecto resulto ser sumamente atractivo para los inversionistas privados por los siguientes motivos:

La inversión en el desarrollo de la planta regeneradora (803.0 mil dólares) se recupera en tan sólo un lapso de 3½ años, y después de este momento genera utilidades de casi 50 mil dólares mensuales.

La institución bancaria, con la que se acuerde el préstamo para el capital de trabajo, recibirá cerca de 20 mil dólares por concepto de los intereses sobre saldos insolutos. Además habría amplias vinculaciones de indole comercial entre la planta regeneradora y los diversos centros de recolección y compra de los insumos requeridos, y los centros de venta del bien generado. Activando de esta forma la economía del lugar en cuestión ya que estas relaciones comerciales inyectan más de 1830 mil dólares anuales.

## EVALUACION ECONOMICA

Además de las ventajas mencionadas para los inversionistas privados, el país logra también muchos otros beneficios, como los siguientes:

Bajo el marco del Tratado de Libre Comercio las leyes y normas ambientales en México, tenderán a hacerse más estrictas, acordez con las que rigen en Canadá y Estados Unidos y en consecuencia el manejo y el destino de este tipo de efluentes tendrá que ser atendido con mayor cuidado y responsabilidad. Esto, hace ver la gran necesidad de crear una empresa con el giro en cuestión.

Se considera que se puede llegar a tener un ahorro de divisas de aproximadamente 3.5 millones de dólares, al disminuir las importaciones de aceites lubricantes.

Hay una posible captación de aranceles y de divisas si en un momento dado se lograrán efectuar exportaciones de aceite regenerado. Este punto y el anterior coadyuvarian a equilibrar la balanza comercial.

El regenerar aceite implica también, disminuir en parte la demanda de los aceites base que produce PEMEX en sus refinerías. Esto a su vez ocasiona que PEMEX pueda destinar esa cantidad de petróleo crudo para la elaboración de gasolinas o diesel que poseen gran demanda nacional y un mayor gravamen.

Lo anterior también ayuda en aminorar la carencia de capacidad instalada existente en las refinerías de PEMEX.

El Gobierno Federal, específicamente la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, recibe más de 30 mil dólares mensuales de la empresa regeneradora por el concepto del cobro de impuestos.

Además el Gobierno cobrará, por conducto del FONEI, cerca de 320 mil dólares por los intereses sobre saldos insolutos.

## EVALUACION SOCIAL

Desde el punto de visto social, la creación de una planta generadora de lubricantes como la que se trata en este trabajo, contribuye a mejorar el nivel de vida de un sin número de personas. Por ejemplo tenemos los siguientes aspectos:

La planta ubicada en el parque industrial Lerma - Santiago, al estar en funcionamiento daría empleos a 60 cabezas de familias de manera permanente. Además hay un potencial de aumentar en 19 empleos si se implementa un segundo turno de producción. Hay una derrama anual que tan sólo en sueldos y prestaciones es superior a los 700 mil dólares.

La contaminación se reduciría de 9100 kg de aceite disperso, con posibles trazas de sustancias sumamente peligrosas y sin control alguno a 3210 kg de residuos completamente confinados, controlados y sobre todo analizados.

Los residuos generados son de poco impacto ambiental, pues en gran parte estos constan de agua, cal, trazas de ácido sulfúrico y arcillas o barro y otra pequeña parte de metales, cenizas y aceite.

La capacitación, así como la propaganda que se haga evitarán el manejo inadecuado y poco ético de este tipo de residuos.

El regenerar aceites contribuye a la disminución de la contaminación de suelos, mares y ríos de nuestro país, manteniendo de esta forma el equilibrio ecológico y un agradable medio habitat.

Por último, cabe recalcar que el trabajo es un anteproyecto y que de ninguna manera pretende detallar todo lo que conlleva un estudio de esta naturaleza. Sin embargo, las principales implicaciones técnicas y económicas resultan ya evidentes después de este primer análisis.

# REFERENCIAS

- 1.- Ing. Viqueira Landa J. , "APUNTES DE ENERGIA Y DESARROLLO ECONOMICO", DEPFI, 1991.
- 2.- Ing. Alcocer Fuentes L. F. , "RE - REFINACION DE ACEITE LUBRICANTE USADO UNA OPCION MODERNA EN LA CONSERVACION Y AHORRO DE ENERGETICOS" , MEMORIA DEL IX SEMINARIO SOBRE EL USO RACIONAL DE LA ENERGIA, ATPAE, 1988.
- 3.- AMIA, "LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ DE MEXICO EN CIFRAS" , AMIA, 1988.
- 4.- PEMEX, "MEMORIA DE LABORES 1980-1990", PEMEX, 1881-1991.
- 5.- BANCO DE MEXICO, "INDICADORES DEL SECTOR EXTERNO 1980-1990", BANCO DE MEXICO, 1980-1991.
- 6.- INEGI , "ENCUESTA INDUSTRIAL MENSUAL 1987-1989" , INEGI, 1988-1990.
- 7.- Mundi Crespo E. , "APLICACIONES DE LOS ACEITES LUBRICANTES", Interciencia, 1972.
- 8.- National Tube Division , "MANUAL DE LUBRICACION", Vol. I, Edicol, 1974.
- 9.- PEMEX, "ACEITES LUBRICANTES AUTOMATRICES", Boletín de PEMEX, PEMEX, 1984.
- 10.- Gómez Hernández E. , "ANTEPROYECTO DE UNA PLANTA PARA LA REGENERACION DE ACEITES LUBRICANTES", IPN, 1979.
- 11.- Damian Basurto H. de J. , "ANTEPROYECTO DE UNA PLANTA REGENERADORA DE ACEITES LUBRICANTES", UNAM, 1976.
- 12.- ASTM , "1965 BOOK OF ASTM STANDARS, No. 17 (PETROLEUM PRODUCTS FUELS; OLVENTS; ENGINE TEST; BURNER FUEL OILS; LUBRICATING OILS; CUTTING OILS; LUBRICATING GREASES, HYDRAULIC FLUIDS)", ASTM, 1956.
- 13.- Pardave Villalobos G. , "PROYECTO DE UNA PLANTA PARA LA PURIFICACION DE LOS ACEITES LUBRICANTES USADOS", UNAM, 1959.
- 14.- INEGI, "10 AÑOS DE INFRAESTRUCTURA EN MEXICO", INEGI, 1987.
- 15.- Mendenhall W. , Reinmuth J. ; "ESTADISTICA PARA ADMINISTRACION Y ECONOMIA", Iberoaméica, 1981.
- 16.- INEGI, "ANUARIO ESTADISTICO DEL COMERCIO EXTERIOR DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS", INEGI, 1989.

- 17.- Precios al 20 de septiembre de 1991 , "DROGERIA COSMOPOLITA, Av. Revolución # 1089 Col. Insurgentes Inn.
- 18.- SEP , "EL LIBRO DE MI TIERRA" , Monografías de los estados de Aguascalientes a Zacatecas, SEP, 1982.
- 19.- INEGI, "INGENIERIA DE PROYECTOS PARA PLANIO ESTADISTICO DEL ESTADO DE MEXICO", INEGI, 1989.
- 20.- MERCAMETRICA , "MERCAMETRICA DE 80 CIUDADES MEXICANAS", Vol. I y II, MERCAMETRICA EDICIONES, 1991.
- 21.- CANACINTRA, "DIRECTORIO POR ACTIVIDAD INDUSTRIAL" , CANACINTRA Toluca, 1991.
- 22.- Hernández P. R. , Moreno L. O. ; "REGENARACION DE ACEITES LUBRICANTES GASTADOS", Revista mensual del IMP, IMP, .
- 23.- Etienne G. , Menchaca H. ; "EL PETROLEO Y LA PETROQUIMICA", ANUIES, 1984.
- 24.- E. Bernardini , "TECNOLOGIA DE ACEITES Y GRASAS", Alhambra, 1986.
- 25.- Hougen Olaf, Watson Kenneth, Ragatz Roland A. ; "PRINCIPIOS DE LOS PROCESOS QUIMICOS", Reverté, 1980.
- 26.- Mobil Oil , "METODOS RECOMENDADOS PARA LA TOMA Y EL MANEJO DE MUESTRAS DE LUBRICANTES USADOS", Boletín Mobil Oil, Mobil Oil, 1986.
- 27.- Ludwig E. E. , "APPLIED PROCESS DESIGN FOR CHEMICAL AND PETROCHEMICAL PLANTS", Vol III, Gulf Puphishing Company, 1983.
- 28.- Perry J. H. , "MANUAL DEL INGENIERO QUIMICO", Vol I y II, Mc Graw-Hill, 1983.
- 29.- SEDUE, "GACETA ECOLOGICA", SEDUE, Vol. I y II, No. 5 y 11, Dic. 1989 y Nov. 1990.
- 30.- Kaufman J. E. , Christensen J. F. ; LIGHTIG HANDBOOK, Waverly Press, 1972.
- 31.- Fink D. G. , Beaty H. W. , Carroll J. M. ; "MANUAL PRACTICO DE ELECTRICIDAD PARA INGENIEROS", Tomo I, Editorial Reverté, 1981.
- 32.- Martin William R. , "APLICACION DE LAS TECNICAS PERT/CPM A LA PLANIFICACION Y CONTROL DE LA CONSTRUCCION" , Editorial Blume, 1977.
- 33.- ASESORIA PRESTADA POR LA CONSTRATISTA ISEM S. A.
- 34.- BANCO DE MEXICO , "REGLAS GENERALES DE OPERACION DEL FONDO DE EQUIPAMIENTO INDUSTRIAL", BANCO DE MEXICO, 1987.