

3. 20. 56  
1. 2. 56  
Vol. 440  
66(04)

**Universidad Autónoma de Guadalajara**

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

**Facultad de Ciencias Químicas**

**Anteproyecto de una Planta de  
Aceite Sulfonado a Partir  
del Aceite Quemado**

Tesis que presenta

**José María Castañeda Gutiérrez**

para obtener el Título de

**Ingeniero Químico**

Guadalajara, Jal., Marzo de 1956



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta 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.

74 66  
Universidad Autónoma de Guadalajara

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias Químicas



Anteproyecto de una Planta de  
Aceite Sulfonado a Partir  
del Aceite Quemado

Trabajo que presenta

José María Castañeda Gutiérrez

para obtener el Título de

Ingeniero Químico

Guadalajara, Jal., Marzo de 1956

**A mis Queridos Padres:  
Rogelio Castañeda  
Dolores Gutiérrez Castañeda**

**A mi Hermano**

**A mi tía:  
Ignacia Gutiérrez de Espinoza**

**A mis Maestros**

**A mis Compañeros  
Y Amigos**

- I.—INTRODUCCION.
  - II.—MATERIAS PRIMAS.
  - III.—PURIFICACION DEL "ACEITE QUEMADO"
    - a) GENERALIDADES.
    - b) PURIFICACION.
  - IV.—ESTUDIO DE LA SULFONACION.
    - a) GENERALIDADES.
    - b) ESQUEMA DE TRABAJO.
  - V.—ESQUEMA DE LA PLANTA.
  - VI.—CALCULO Y ESPECIFICACION DEL EQUIPO.
  - VII.—ESTUDIO ECONOMICO.
- BIBLIOGRAFIA.

## CAPITULO I.

### INTRODUCCION.

Estudiar un proceso que emplee materias primas de escaso valor comercial, para obtener productos de precio más elevado, que compitan en calidad con otros similares, es de por sí ya interesante. Si el proceso no es muy conocido se añade otro toque de interés. Ciertos procesos tienen su fundamento químico poco desarrollado a causa de su naturaleza y complejidad, por lo cual se basan principalmente en la experiencia, lo que no quiere significar la exclusión de las bases teóricas generales, que son fundamentales a todo estudio.

Me propongo estudiar la obtención del aceite sulfonado, a partir del aceite lubricante "quemado" que actualmente sólo se emplea para combustible, teniendo un precio inferior a los combustibles comerciales.

La materia prima del proceso (el aceite quemado), una vez tratado produce el sulfonado y como subproducto un combustible purificado muy superior al que fué inicialmente.

Una fase del proceso puede constituir un proceso completo: la purificación del aceite quemado, para volverle a emplear como lubricante; aparte quedan y son motivo de un aprovechamiento posterior, los desperdicios en solución, del  $H_2SO_4$ . El proceso que sigo puede emplearse en la obtención de otra clase de sulfonados.

El aceite sulfonado que busco producir, en su grado comercial, deberá tener los requerimientos necesarios para aplicarle en la curtición de pieles.

## CAPITULO II.

### MATERIAS PRIMAS.

Las materias primas son cuerpos que entran en un proceso y que van a sufrir una transformación, o serie de transformaciones, que les llevan hasta el producto final elaborado. El nombre comprende tanto a los cuerpos que salen con el producto final, como aquellos utilizados sólo en alguna fase de la fabricación y que se retiraron durante el proceso. Por ejemplo, en la sulfonación de los aceites lubricantes quemados, las tierras fuller's (arcilla grasa) que son medios adsorbentes, empleados para purificarles, no salen con el producto elaborado sin que por esto dejen de considerarse como una materia prima en el proceso; lo mismo se puede decir del  $\text{SO}_2$  líquido que según el procedimiento patentado por Robert L. Brandt de la Palmolive, se emplea como disolvente diferencial de algunas fracciones del aceite mineral y también como disolvente del ácido sulfúrico fumante en su proceso de sulfonación de aceites; dicho cuerpo se elimina totalmente después de la sulfonación (en la fase de recuperación), combinando los efectos de: vacío, agitación y aumento de temperatura.

En el proceso estudiado en la presente tesis, son materias primas:

- A). Aceites lubricantes (minerales) "quemados".
  - B). Las tierras fuller's.
  - C). El ácido sulfúrico y el óleum.
  - D). El hidróxido de sodio.
  - E). El  $\text{NH}_4\text{OH}$
- A). Aceites Lubricantes (minerales) "Quemados".

#### *Generalidades sobre los aceites lubricantes.*

1).—Composición del aceite lubricante. Para tener una idea sobre la composición de los aceites lubricantes baste decir que se han obtenido numerosas fracciones en grupo pero que no se han podido aislar compuestos definidos, lo que se ha hecho es basarse sobre las propiedades físicas y químicas de dichas fracciones para tener una idea de la naturaleza y proporción de sus constituyentes; por ejemplo, los datos proporcionados por el Bureau de Standards, para un aceite de Oklahoma dan idea de la composición tan compleja, pues se le asigna:



un 13 a 26 por ciento de parafinas rectas con "posibles" ramificaciones; 43 a 51 por ciento de naftenos alcohilados con "1, 2 ó 3 anillos"; 23 por ciento son mezclas de hidrocarburos nafteno-aromáticos con "2, 3 ó 4 anillos"; un ocho por ciento está constituido por sustancias asfálticas "de probable" naturaleza aromática. En estas fracciones se comprenden las llamadas ceras del petróleo, que son las sustancias que cristalizan al congelar los aceites, las que pueden o no acompañar al lubricante según sea su constitución.

2).—Propiedades físicas. Las propiedades físicas de un lubricante, dependen en gran parte del carácter y proporción de las cadenas abiertas o cerradas en sus constituyentes; son propiedades físicas: el color, la densidad, puntos de ebullición y congelación, etc.

3).—Aditivos. Son las sustancias que se añaden para mejorar las propiedades del aceite lubricante después de su refinación y éstas pueden ser: derivados fenólicos, compuestos de azufre, compuestos organometálicos, etc.; entre estos últimos uno de los más empleados es el hexametil-diastaño [  $(\text{CH}_3)_6\text{Sn-Sn}(\text{CH}_3)_6$  ]; estas sustancias inhiben la precipitación de lodos que se forman por oxidación durante el trabajo. Son aditivos las sales aluminicas de ácidos orgánicos elevados, alquil-naftenos, paraflow, etc., los que disminuyen el punto de derrame. La untuosidad que es cualidad típica de un lubricante y que consiste en la capacidad de mantener una película de aceite sobre la superficie metálica se aumenta al agregar aceites animales o vegetales.

4).—Clases de aceites. Los aceites pueden ser de base asfáltica y de base parafínica de los cuales, los más apreciados son los de base parafínica formados en su mayor parte por largas cadenas unidas, con toda probabilidad, a estructuras cíclicas.

5).—Viscosidad del aceite. La viscosidad es la propiedad característica de los flúidos, es un término opuesto a fluidez, consiste en la fuerza que se opone a que una película del flúido se deslice sobre la otra película en que se apoya. Las viscosidades de los aceites lubricantes se aprecian en grados Saybolt. Las graduaciones comerciales más comunes son las de 20 a 50 grados y los intermedios que van de diez en diez. La determinación de la viscosidad de un aceite se efectúa en los aparatos llamados viscosímetros, éstos pueden ser de diferentes tipos; un ejemplo lo es el viscosímetro de escurrimiento, viscosímetro comercial, en el cual la lectura se hace tomando el tiempo en segundos

(viscosidad en segundos) que tarda en pasar un volumen fijo de aceite a través de un tubo capilar calibrado; así el término Saybolt segundos (Saybolt seconds) se refiere al tiempo de escurrimiento. Las viscosidades se acompañan con el dato de la temperatura correspondiente a la experiencia, por ser la viscosidad una función de la temperatura. Los números ascendentes de la graduación indican mayores viscosidades.

### *Aceites lubricantes "quemados".*

Como se comprende, son razones de orden económico las que mueven a utilizar como materia prima, a los aceites lubricantes quemados para someterlos a la sulfonación. Los aceites que se utilizaron para lubricar los motores de explosión, se desechan con el nombre de aceites quemados después de un tiempo de trabajo en que quedan cargados de impurezas porque resultan perjudiciales si permanecen en la máquina. El nombre de "quemado" se les da a causa de su color negro debido a las partículas de carbón que llevan en suspensión.

#### *Impurezas del aceite quemado.*

1).—Carbón.— La impureza más importante es el carbón en suspensión que da al aceite el color obscuro; dicha impureza proviene de los residuos de la combustión incompleta de la materia quemada en la cámara de combustión del motor; la materia puede ser la gasolina, tractolina, diessel, etc. Al no ser completa la combustión en la cámara, ésta queda con partículas finas de carbón adheridas a sus paredes; las partículas son arrastradas con el aceite en los movimientos reciprocos del pistón y sus anillos, que lo expulsan hacia el carter. De este modo el aceite al tiempo que desempeña el papel de lubricante, se satura de impurezas hasta llegar al límite en que resultan perjudiciales, haciendo necesario proceder al cambio de aceite.

2).—Oxido de hierro. — Dicha impureza proviene de la combinación del oxígeno del aire con el material de la cámara de combustión por efecto de la alta temperatura, y también procede del material en contacto con el aceite lubricante. Este compuesto es muy estable y de gran dureza.

3).—Humedad. — Es pequeña la cantidad de agua en el aceite quemado, posteriormente gran parte de ella se elimina en el proceso de purificación y la otra parte se combina con el agente sulfonante como más adelante se verá.

4).—Combustibles no quemados en los gases de combustión.— Las impurezas de solubles en el aceite quemado, se deben a la combustión defectuosa (gasolina no quemada por ej.) cuyos gases y vapo-

res pasan de la cámara de combustión a través del cilindro y hasta el depósito del aceite donde se condensan y disuelven.

5).—Acidos orgánicos de bajo peso molecular y bajo punto de ebullición con relación al aceite lubricante. — No siempre se encuentran y su presencia se debe a fragmentaciones de compuestos de peso molecular más elevado.

### B). *Tierras fuller's.*

Son las materias adsorbentes más utilizadas. Las que proceden de Florida se consideran de la más alta calidad. Las tierras fuller's pertenecen al grupo de las arcillas; húmedas son semiplásticas y secas de constitución rocosa. Tal y como se extraen contienen aproximadamente de 40 a 60 por ciento de humedad libre. Las tierras fuller's de Florida tienen la característica de presentar una estructura laminar debida probablemente a su origen marino.

Las tierras tal y como se extraen deben someterse al siguiente proceso que consiste en una primera molienda para luego pasarlas a scadores rotatorios donde se elimina casi toda su humedad libre; de donde se les vuelve a moler hasta dejarlas en tamaños comerciales que corresponden al análisis de mallas (aproximados) de 16 a 30, de 30 a 60 y de 60 a 120, a través de 100 y de 200 mallas respectivamente. Por la siguiente tabla se verán los datos comunes de las tierras fuller's.

#### Datos comunes de una Tierra Fuller's

#### Pruebas típicas en muestras de arcillas.

Arcilla Natural Seca	tierra fuller's tipo Florida-Georgia		Arcilla natural de blanqueo tipo sud(ite grado fino	Arcilla activada artificial- mente tipo doméstico grado fino
	Granulación fina (contacto)	Granulación gruesa (fil- tración)		
Materia volátil, % . . . . .	16.0	16.5	16.0	21.0
Densidad, lb/pie cúbico . . . . .	53.0	35.0	53.0	36.0
Acidez, mg. KOH/g . . . . .	neutra	neutra	neutra	3.5
Prueba en la malla, % a través de la malla 200 . . . . .	95.0	-----	70.0	88.0
Valor de decolorización en el aceite mineral, % (efi- ciencia a 100%) . . . . .	100.0	-----	40-100	150-500

La materia volátil se determina como el porcentaje de pérdida de peso después que la muestra ha estado a la temperatura de 1800°F. durante diez minutos. El contenido de humedad se determina al secar hasta peso constante a la temperatura de 220°F. El volumen ocupado por una arcilla después de cinco minutos de apisonamiento mecánico, se calcula en libras por pie cúbico. La acidez de una arcilla de blanqueo es el número de miligramos de KOH necesarios para neutralizar el agua extraída de 1 gr. de arcilla, usando la fenolftaleína como indicador. El grado, o capacidad, de una arcilla para la retención de aceite por contacto, es el aumento en peso de la arcilla después de haber estado en contacto con el aceite y la masa resultante, a su vez, a una corriente de aire bajo la presión de 40 libras por pulgada cuadrada y a la temperatura de 375°F. Se hace la corrección para el agua contenida. Las pruebas de decolorización se llevan con respecto a los llamados standards.

#### Análisis Cuantitativo de una Arcilla

SiO <sub>2</sub> . . . . .	58.10%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	13.43 ..
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	4.95 ..
FeO . . . . .	0.25 ..
MgO . . . . .	2.49 ..
CaO . . . . .	1.62 ..
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0.33 ..
K <sub>2</sub> O . . . . .	0.73 ..
CO <sub>2</sub> . . . . .	0.83 ..

Las tierras fuller's se usan en el blanqueo, clarificación y neutralización tanto de aceites minerales como de animales y vegetales. El aceite lubricante que ha sido tratado con ácido sulfúrico se pone en contacto con la tierra fuller's para neutralizarle y decolorizarle.

#### C) Acido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Para el proceso que se estudia ha de utilizarse el ácido sulfúrico comercial que tiene las siguientes características: aproximadamente 98.41% de pureza (análisis efectuado en el laboratorio con muestra comercial), y una concentración en grados Baumé de 66.1° (15°C.) que corresponde a una densidad de 1.844 gramos/cm.<sup>3</sup>. (15°C.)

OLEUM. — Recibe el nombre de óleum la disolución de  $\text{SO}_2$  en  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Dicho cuerpo se obtiene por absorción de los vapores de trióxido de azufre en el sulfúrico concentrado (al 100%). Los productos comerciales contienen del 20 al 30 por ciento de  $\text{SO}_2$ . El óleum es susceptible de preparación bajo la concentración o fuerza necesaria, utilizando las sustancias comerciales en las proporciones requeridas.

En el presente trabajo, el agente de purificación y de tratamiento para el aceite sulfonable es el sulfúrico comercial, y el sulfonante propiamente dicho el óleum; cabe mencionar, aunque no le utilice, entre las materias primas de sulfonación por su importancia actual en este tipo de procesos, al  $\text{SO}_2$ .

El anhídrido sulfúrico es material sulfonante muy enérgico. Un producto comercial es el "Sulfan". El "Sulfan" viene a ser  $\text{SO}_2$ , estabilizado mediante un proceso especial y por la adición de un catalizador negativo en la proporción de 0.5%.

Las propiedades del Sulfan son:

Punto de ebullición:	44.8°C.
Densidad (20°C):	1.9224
Calor específico (cal/gr. 25-35°C.):	0.77
Calor de dilución (cal/gr.):	504
Temperatura crítica:	218.3°C.

D). *Hidróxido de sodio, sosa cáustica, (NaOH).*

La sosa es agente neutralizante que se aplica en forma de solución diluida y en forma directa, variando tanto su concentración como el tiempo de contacto según sea la fase del proceso. La sosa comercial se encuentra con los nombres de: sosa sólida y sosa en escamas, de aproximadamente un 98 por ciento de pureza y 76-78% de  $\text{Na}_2\text{O}$ .

E). *Hidróxido de Amonio.*

Es un agente neutralizante, aplicable en forma directa y en concentración variable, según se requiera.

Características de la sustancia comercial: 26°Bé (15°C.) y 29% de pureza.

## CAPITULO III.

### PURIFICACION DEL "ACEITE QUEMADO"

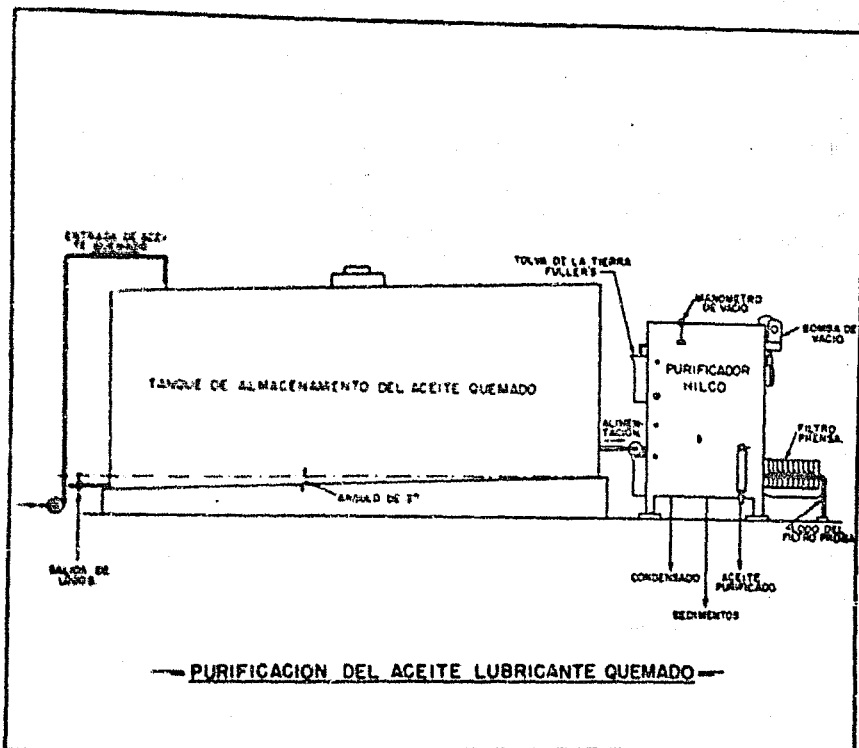
#### A).—GENERALIDADES.

Se entiende por purificación del "aceite lubricante quemado", la eliminación que se hace de las sustancias extrañas al aceite en sí. Ya se dijo en el Capítulo II que en el trabajo de lubricación el aceite se carga de cuerpos sólidos, humedad y fracciones volátiles. La purificación equivale a la regeneración del aceite lubricante, proceso muy extendido en los Estados Unidos de Norteamérica, pues, para la gran industria, que mueve volúmenes apreciables de lubricante, le es costoso no desecharle al término de su trabajo sino emplearle de nuevo una vez que pasó por el tratamiento, por el cual recobra sus propiedades y "mucho se asemeja al cuerpo en su primer estado". Si se trata de sulfonar los aceites minerales quemados, es obvio suponer que han de sufrir la consiguiente purificación para dejarles en condiciones de recibir la transformación, pues la humedad que contengan, pongamos por ejemplo, es causa de que se estorbe la sulfonación y baje su rendimiento, ya que provoca la formación de emulsiones difíciles de romper; el carbón como impureza desmerece la presentación del producto final, por su color negro y la sedimentación de las partículas del mismo; he de mencionar también a las sustancias responsables del mal olor en el producto final, susceptibles de eliminarse antes del tratamiento por adsorción (fracciones volátiles y ácidos orgánicos de bajo punto de ebullición).

Cinco fueron los contaminantes nombrados en el Capítulo II al hablar del aceite lubricante quemado, como materia prima del aceite mineral sulfonado; en realidad son más e incluyendo a los cinco, puede darse la siguiente lista aun cuando no comprenda a todos: Polvo atmosférico, humedad, arena, incrustaciones, moho, partículas metálicas, hollín, combustible en dilución, óxido de plomo y demás cuerpos según sea el medio de trabajo; así como los productos de la descomposición u oxidación del aceite como ácidos y otras materias derivadas del carbono.

#### *Medios de purificación.*

Sedimentación. — En los tambores de almacenamiento para el aceite quemado y durante el reposo, sobreviene la sedimentación de



las partículas que por su tamaño y peso vencen la viscosidad del aceite al ser solicitadas por la fuerza de gravedad; esto ya es un primer paso en la purificación, puesto que al decantar el aceite no se hace más que separar el líquido del lodo que retenía. La separación por sedimentación sólo se verifica dejando que transcurra el tiempo necesario y en reposo, para que bajen al fondo los sólidos en suspensión; a veces no se puede esperar, de donde ha de recurrirse a la filtración a más de que si las partículas son pequeñas solamente podrán retirarse por este medio, en forma independiente y también posterior a la sedimentación.

Filtración. — En esta operación se retiran las partículas suspendidas en el líquido, forzándole a que pase por mallas o telas en cuyos intersticios se retienen los sólidos siempre que su tamaño sea superior a la abertura que se le presenta. Cuando las partículas son pequeñas tienden a obstruir la tela del filtro y más si lo son deformables, haciendo lento o impidiendo por completo el trabajo del filtro prensa; para evitar esa dificultad se utilizan los ayuda-filtro mezclados en la proporción conveniente al líquido por filtrar; tales sustancias son las llamadas harinas fósiles constituidas por los esqueletos de las diatomeas o diatomáceas de carácter inerte (naturaleza silicea); mezclado el ayuda-filtro con el líquido, comienza la operación del filtro prensa formándose primero una capa de diatomeas sobre la tela del filtro con la posterior formación de segunda capa de diatomeas e impurezas por eliminar, así se provee de una pared suficientemente porosa y cerrada como para asegurarse una buena retención. La filtración tiene su límite de efectividad según sea el tamaño de las partículas que se desee eliminar; el diámetro de los poros del medio filtrante determina el grado de eficiencia. Debe tenerse muy en cuenta, que la fase dispersa no puede separarse de la dispersante por filtración asentamiento ni centrifugación en tratándose de suspensiones coloidales o ultrafinas.

Adsorción. — El término *adsorción* debe distinguirse del de *absorción*; ambos se refieren a la unión de dos cuerpos, pero el primero designa solamente a la unión superficial y el segundo cuando el fenómeno se verifica también dentro del cuerpo que retiene, sea por proceso físico o químico; por ejemplo: se dice que el platino absorbe al hidrógeno porque las moléculas o átomos de hidrógeno no quedan adheridos a la superficie del platino sino que penetran a su propia masa; en cambio el vidrio adsorbe el agua ya que tiende a recubrirse de una



capa muy tenue de ésta, sin que pase más allá de su superficie. El fenómeno de la adsorción es muy difícil de delimitar o definir, pues en ciertos casos reviste los caracteres de una reacción química en tanto que en otros lo es muy diferente. Las fuerzas que intervienen en el fenómeno de la adsorción son bien distintas de aquellas que obran en la reacción química y en los cuerpos compuestos. Varias teorías pretenden explicar la adsorción; bien puede suponerse que en la unión superficial del adsorbente, una parte de las valencias que unen sus átomos quedan en ejercicio como valencias parciales o secundarias, de donde ha de seguirse que la adsorción se debe a la acción de las valencias parciales; este punto de vista permite diferenciar un sistema de adsorción de un compuesto químico; pues en el primero se refiere a uniones de valencias secundarias en tanto que el segundo trata de la aplicación de las primarias. El fenómeno de la adsorción es una función superficial; en tratándose de carbones activados rendirá mejor resultado el carbón que por su estructura física presente una mayor superficie de contacto. La purificación por la adsorción permite, como es claro una mejor separación de los contaminantes de un líquido en comparación con la filtración. Hay dos maneras de efectuar la separación de las impurezas por adsorción: 1o. por filtración y es cuando el líquido sólo pasa a través de los gránulos del adsorbente; 2o. por contacto, si el líquido y el adsorbente se mezclan por agitación para luego proceder a una filtración o a la decantación si el sistema lo permite. Los principales adsorbentes comerciales son, en su propio orden de consumo:

La tierra fuller's que se utiliza para el refinado de las fracciones del petróleo y los aceites y grasas animales y vegetales.

La bauxita  $-AlO(OH)-$  para el tratamiento por filtración de las fracciones del petróleo.

Arcillas tratadas por ácidos minerales, que se destinan al mismo uso que la bauxita y con una eficacia superior a la tierra fuller's, de mucho uso en Alemania y en la parte sur de los Estados Unidos.

Carbones, animal y vegetal, de aplicación en el refinado del azúcar y para tratar soluciones diversas; deben citarse así mismo la alúmina, la solución coloidal de ácido silícico, las substancias intercambiadoras de iones, la magnesia, etc.

Un proceso de purificación del aceite quemado a seguir, sería: en primer lugar una sedimentación, después una filtración tal y como se dijo en párrafos anteriores, para después seguir a una adsorción de contacto con tierra fuller's y la consiguiente filtración, para luego pasar a una purificación al vacío que anule la humedad y las partes volátiles acompañándole de los efectos de agitación y de aumento de la temperatura (entre 30 y 35°C. para evitar descomposiciones que ocasionan cambios de color, resinificación, etc.)

## B).—PURIFICACION.

**Aparato.** — La operación de la purificación del aceite quemado, se va a efectuar en la unidad Hilco denominada "Purificador de Aceite Aerodinámico" (Airline Oil Purifier) fabricado por "The Hilliard Corporation", de Elmira, New York. He visto en actividad dicha unidad y me he dado cuenta de su trabajo tan satisfactorio al igual que el producto tratado por la misma. El purificador no es de funcionamiento continuo sino intermitente, el trabajo lo realiza por carga; sus aplicaciones se extienden a toda clase de aceites lubricantes. Las características principales enunciadas por sus fabricantes son: que proporciona un método perfecto de contacto para la purificación del aceite lubricante (su misma regeneración); que da un producto libre de todos los sólidos, carbón, lodos, ácidos, combustible en dilución y humedad; remoción del combustible en dilución en la vaporización al vacío; trabajo a temperatura baja; un alto porcentaje de aceite recuperado; alta eficiencia; control eléctrico en su totalidad y economía en su operación.

### *Descripción del proceso Hilco.*

El proceso Hilco es semejante a la operación primera del refinado del aceite, dos son los métodos empleados para la eliminación de las impurezas, a saber: (1) adsorción por contacto y filtración, utilizando tierra fuller's para anular sólidos y productos de oxidación; (2) vaporización al vacío para extraer compuestos volátiles y humedad. El aceite que resulta es de buena apariencia quedando en condiciones, para nuestro objeto, no sólo apto para la sulfonación sino para la lubricación ya que fundamentalmente el purificador Hilco a eso se destina (se aplica también al tratamiento de los aceites combustibles). El costo de trabajo depende de la suciedad del líquido, aproximadamente

para el modelo "A-12" por ejemplo, que tiene las siguientes características:

Capacidad en galones por carga: .....	12-15.
Tiempo medio, en minutos para su tratamiento ...	60
Calentador, k. w.: .....	8
Motor, H. P.: .....	1/2
Carga conectada k. w.: .....	9.0
Máximo gasto de Hilite por carga, lbs.: .....	12
Papel filtro por carga: .....	2
Peso neto en libras: .....	1475.

purifica el aceite aproximadamente por veinticinco centavos cada litro (para usarse de nuevo como lubricante), aquí se incluyen gastos de tierra fuller's, papel filtro, etc.

#### *Operación del purificador Hilco.*

En el dibujo adjunto, al presente capítulo, se muestran las partes del purificador a la vez que se indica la fase del proceso:

Por principio una bomba introduce el aceite sucio al depósito para el mismo, en el purificador; el depósito cuenta con un flotador que acciona un interruptor a la bomba para cuando en el depósito se rebase el nivel que marca el volumen de la carga. El Hilite (tierra fuller's) se dispone en la propio tolva. Aceite y tierra fuller's se conducen por succión controlada por las llaves aspirantes hacia el tanque de calentamiento; las resistencias eléctricas arrolladas en torno al tanque se controlan a una temperatura determinada. En la fase del calentamiento se agita fuertemente para mezclar tierra y aceite al tiempo que se mantiene un vacío de 25 a 26" que permite bajar la temperatura de vaporización de los contaminantes (volátiles con relación al aceite), reduciendo también las posibilidades de la descomposición térmica para el aceite (cracking). Cuando se llega a la vaporización completa la mezcla de tierra y aceite se pasa al tanque inferior abriendo la válvula de descarga. Una nueva carga de aceite sucio se introduce al primer depósito para de ahí que pase al calentador principiando la nueva operación. El tanque inferior cuenta con una llave —regulador de presión— para que inyectando aire comprimido se impulse la mezcla a pasar por los filtros primario y secundario. El filtro primario retiene los



sobrantes de la tierra Fuller's y la tierra fuller's con el material adsorbido, el secundario es un medio de seguridad para los casos de rompimiento del papel filtro primario, que evita se mezclen los aceites limpio y sucio.

El único motor del aparato sirve para mover al agitador y la bomba de vacío. Las luces piloto amarilla y roja indican la operación de la bomba de vacío y del calentador, respectivamente. El tanque superior o sea el de calentamiento está provisto de una válvula de seguridad que previene el desarrollo de una presión positiva; el tanque inferior cuenta con su propia válvula también de seguridad para evitar una presión excesiva de parte del aire comprimido sobre sus paredes.

## CAPITULO IV.

### ESTUDIO DE LA SULFONACION.

#### A).—GENERALIDADES.

La sulfonación es el procedimiento por el cual se introduce el grupo monovalente  $\text{SO}_3\text{H}$  a un compuesto orgánico efectuándose la unión, de tal grupo, a un átomo de carbono o de nitrógeno. La unión de dicho grupo puede efectuarse de manera directa o indirecta y por medio de varios agentes. Para sulfonar directamente se utilizan soluciones de trióxido de azufre, ácido clorosulfónico y cloruro de sulfuro. Procedimientos indirectos son aquellos que utilizan el ácido sulfuroso y sulfitos alcalinos. Los agentes y los procedimientos de sulfonación se aplican, en un caso particular, atendiendo a la consideración de las propiedades físicas y químicas de los cuerpos sulfonables, así como las razones económicas.

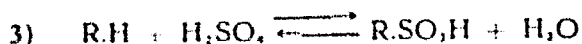
En el capítulo II doy a conocer la composición química aproximada de un aceite lubricante tomado como tipo, a la vez que hago notar lo complejo de su composición, para de aquí inferir las dificultades que se tienen al tratar de determinar las reacciones químicas de la sulfonación, para luego tener que admitir que las dichas reacciones no sean sino un tanteo de sus posibilidades. De los constituyentes del aceite, los sulfonables son los cuerpos aromáticos, en contraposición a las parafinas caracterizadas por su inercia química (1). La proporción de aromáticos va del 64 al 70 por ciento, porcentaje que debe servir como una orientación para apreciar la cantidad de sulfonatos que puede proporcionar un aceite lubricante.

Las reacciones generales son:

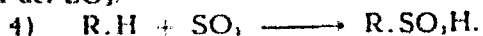
Si se trata del  $H_2SO_4$ :



Y al llegar a ciertas condiciones, la reacción de equilibrio:



Si se trata del  $SO_3$ ,



En el primer grupo que comprende el desarrollo de las tres reacciones, el agua es un subproducto que al aumentar provoca una disminución en la velocidad de la reacción. Desde un punto de vista general, la concentración ácida no es la misma para todas las sulfonaciones, pero sí depende de la temperatura y más particularmente de la reactividad del compuesto orgánico para con el ácido sulfúrico; esta característica se relaciona al tipo, estructura y sustituyentes presentes en el compuesto de que se trate.

La reacción 4, tiene sus ventajas en el terreno de la práctica, pues a más de ser rápida y completa y con un desperdicio nulo de ácido, pide una capacidad de reactor mínima. Sus inconvenientes estriban en el alto calor de reacción y la consiguiente descomposición de los sulfonados así como la alta viscosidad de la mezcla de reacción; lo último puede obviarse adoptando diseños apropiados en el equipo y también utilizando un disolvente.

El término de ácido sulfúrico significa el nombre genérico de una serie de soluciones de  $SO_3$  en  $H_2O$ , algunas de estas son hidratos químicos del  $SO_3$  (ej.  $2SO_3.H_2O$ , ácido piro-sulfúrico;  $SO_3.H_2O$ , monohidrato;  $H_2SO_4.H_2O$ , dihidrato); otros no son más que soluciones a diferente concentración según la aplicación a que se les destine. En los procesos de sulfonación, el comportamiento químico del ácido sulfúrico, se estima en gran parte, por su capacidad deshidratadora, la

---

(1).—Los compuestos parafínicos saturados, son sulfonables bajo la condición de que sulfonándolos con oleum se halle presente un disolvente tal como el acetato de etilo. Lo anterior vale para los compuestos de 8 a 18 carbonos.

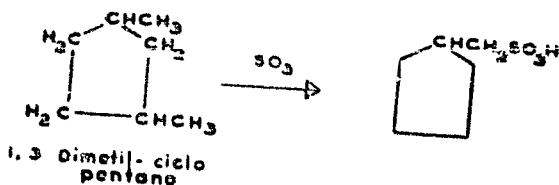
cual se manifiesta por la higroscopicidad de dichas soluciones. La capacidad, que para sulfonar tiene una solución sulfúrica, se mide por la cantidad de principio activo apreciable en  $\text{SO}_3$  ó  $\text{HO}_3\text{S}$ .<sup>+</sup>

En cuanto a soluciones sulfúricas se refiere, los extremos característicos lo son el ácido sulfúrico y el  $\text{SO}_3$ . La comparación se establece teniendo cada reactivo ventajas y desventajas, pues tomando el factor velocidad de reacción, la del sulfúrico es lenta, la de su opuesto es instantánea; para el calor de reacción: si participa el  $\text{H}_2\text{SO}_4$  hay necesidad de añadir calor para completar la reacción, no así para el  $\text{SO}_3$  cuya reacción es fuertemente exotérmica; considerando la extensión de la reacción, es completa para el  $\text{SO}_3$  y parcial para el  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . El sulfúrico es reactivo de comercio universal y no lo es, por ser relativamente nuevo el  $\text{SO}_3$ . Los subproductos de reacción son escasos para el  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , y algunas veces considerables para el  $\text{SO}_3$ ; la capacidad de reactor es mínima para el  $\text{SO}_3$  y considerable para el  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . La viscosidad de la mezcla de reacción es baja si se trata del sulfúrico y alta si del  $\text{SO}_3$ . La comparación más importante para el actual caso, es la reactividad o energía de la sustancia y aquí el  $\text{SO}_3$  aventaja y con mucho al sulfúrico, cuya acción, para la aplicación que le busco, no sería posible sino bajo drásticas condiciones. Al tratar de escoger reactivo he optado por seguir la corriente industrial, inclinándome al óleum de amplia aceptación, que realmente viene a ser el término medio donde encuentro las ventajas del mejor y muy atenuados los que serían sus inconvenientes.

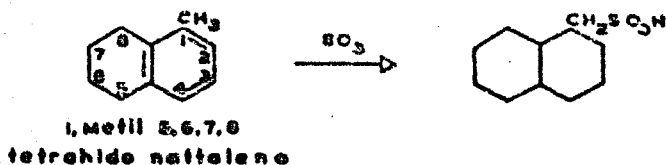
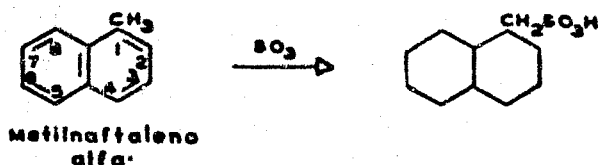
Los constituyentes químicos del aceite lubricante se pueden separar en los cuatro grupos ya nombrados con anterioridad:

a) Parafinas rectas con posibles ramificaciones. El grupo en conjunto no se puede tomar en cuenta para la sulfonación que estudio, pues cae dentro de un proceso especial. La cantidad de aceite que les engloba a las parafinas, queda sin sulfonar y al final del proceso es un desecho.

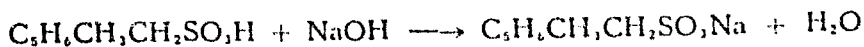
b) Naftenos alcoholados de 1, 2 ó 3 anillos. La reacción para estos cuerpos se presenta teóricamente en la siguiente forma :



(1.3 Dimetil ciclo pentano).



El  $\text{SO}_3$  es el agente sulfonante y como tal se ha representado en las reacciones anteriores; el sulfúrico que le acompaña para formar el óleum, en caso de reaccionar lo haría dando los mismos cuerpos de sulfonación más el agua; su aplicación principal se restringe a combinarse con el agua presente en la masa de reacción. Las reacciones representan los ácidos sulfónicos producidos que a su vez se neutralizan hasta formar sales o sulfonatos utilizando al propósito alguna base, por ej. el hidróxido de sodio o el de amonio, cuyo catión sustituye al hidrógeno del ácido:



c) Sustancias asfálticas. — La naturaleza del dicho grupo se estima de probable pues la separación y caracterización de sus constituyentes, es sumamente difícil, por lo cual no me resta sino indicar que



en el producto final, sea ácido sulfónico o sulfonato, debe encontrarse alguna parte que provenga de la reacción del  $\text{SO}_2$ , con este grupo.

#### Forma en que se verifica la sulfonación:

El proceso de la sulfonación para los aceites minerales, exige una purificación previa a base de sulfúrico concentrado, que tiene por fin eliminar el agua y carbón del sulfonable. Una vez que el aceite ha pasado por el tratamiento, comienza lo que es propiamente la sulfonación, la cual se verifica a una temperatura comprendida entre los  $39^\circ\text{C}$  y los  $41^\circ\text{C}$ . durante un tiempo que puede durar de los cuarenta y cinco a los sesenta minutos, durante los cuales se añade el sulfúrico fumante. Pasada la sulfonación se deja en reposo a la masa de reacción la cual viene a separarse en dos capas, la más ligera es del aceite que no reaccionó y la inferior, a ella, es una mezcla de una gran parte de los ácidos sulfónicos más el sulfonante. Las dos capas se separan, dejando la inferior para ser lavada, bien con agua o una solución de sal. Al dejar a reposar dicha capa sobreviene una nueva separación por la cual se obtienen, posiblemente, tres porciones: la superior que puede serlo del aceite que no reaccionó y proveniente a su vez de la fase intermedia del primer reposo; la porción media que comprende a los ácidos sulfónicos; la inferior que será una mezcla de sulfúrico diluido y sal, esto si el lavado se ha efectuado con salmuera. Una vez que se aparta la capa media se efectúa la neutralización de ésta misma, con una sustancia alcalina obteniéndose en esta forma los sulfonatos que son el aceite mineral sulfonado del comercio. Hasta aquí a grandes rasgos el proceso ordinario, para luego, más adelante entrar en pormenores y examinar el procedimiento que propongo, mediante el cual, aumentando los límites de las temperaturas de sulfonación y también los tiempos de la misma, así como otras modificaciones, se obtienen ciertas ventajas que redundan en aumentos tanto en la producción como en la calidad del producto.

#### Parte 2. Esquema de trabajo:

El aceite previamente purificado se conduce a un sulfonador, donde se efectúa la adición del óleum; la tal adición ha de realizarse continuamente y por un espacio de tiempo relativamente largo (dos horas y cuarto) debe agitarse mecánicamente, y si posible es, también mediante aire comprimido. La reacción es exotérmica y el aparato debe soportar las elevaciones de la temperatura mediante un sistema de

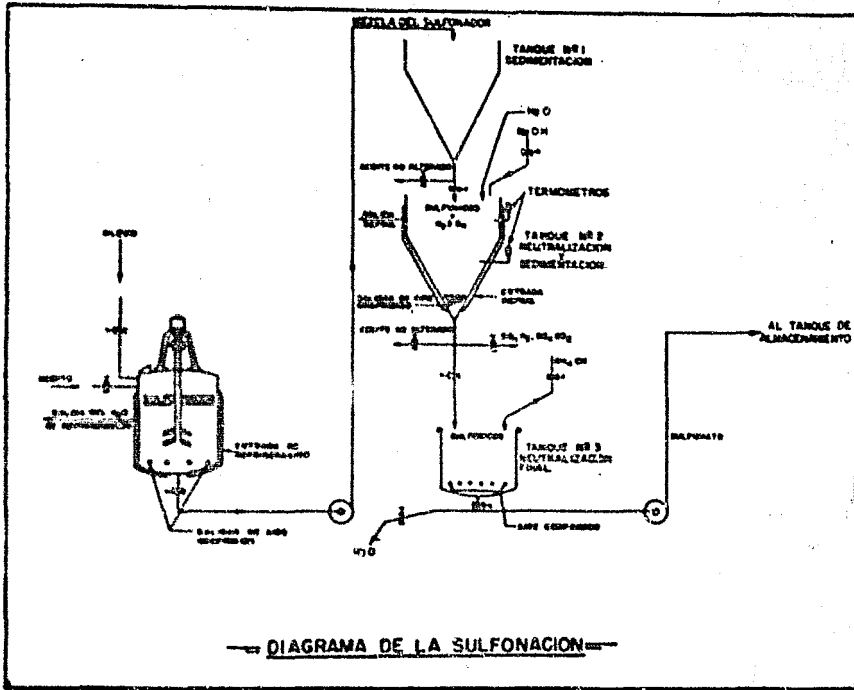
enfriamiento, que lo es una chaqueta de agua. La temperatura durante la reacción se controla de un mínimo a un máximo. Al terminar la adición del óleum se prosigue la agitación por un tiempo corto. Pasada la sulfonación, se deja a reposo el total de reacción, por lo cual sobreviene la separación en dos capas: la superior de aceite que no reaccionó y la inferior de sedimento. Al separar las dos capas, a la del fondo se le trata con un álcali para lo cual primero se añade agua, con el fin de evitar las bruscas elevaciones de temperatura. El álcali neutraliza sólo una parte del sulfúrico. El producto del lavado, una vez en reposo, se aparta en tres capas: la primera de aceite que no reaccionó; la segunda que contiene a los sulfónicos y la tercera de sulfúrico y sulfato de sodio. Los ácidos separados se neutralizan para producir sulfonatos.

Llevando la reacción tal como la explico, aumenta el rendimiento y el valor del sulfonato con sólo aumentar el tiempo de sulfonación y elevar la temperatura de la misma (sobre la temperatura y tiempo del procedimiento común). La adición de agua antes que la del álcali es una prevención para que la temperatura alta de reacción no descomponga los sulfónicos.

El proceso, mejor se va a comprender explanando una experiencia de laboratorio, la cual incluye las temperaturas y las cantidades de los reactivos. Los experimentos repetidos muestran cierta variación en los valores de temperatura, tiempo y cantidades relativas de los cuerpos de reacción, por lo cual tomo la experiencia que considero de promedio, para facilitar los cálculos, basándome en que sirve de firme punto de partida para considerar lo concerniente a capacidades y especificaciones del equipo así como el estudio económico.

#### Ejemplo:

El modelo de sulfonador, construido de acero inoxidable, se cargó inicialmente con 1.1 Kgr. de aceite purificado; en seguida se agregaron 0.466 Kgrs. de óleum al 20%  $\text{SO}_3$ , los cuales, se añadieron de tiempo en tiempo por espacio de dos horas y cuarto. Aproximadamente al agregar la primera tercera parte del óleum se dejó elevar la temperatura hasta los  $45^\circ\text{C}$ . de aquí al proseguir la adición, subió la temperatura hasta  $52^\circ\text{C}$ . Las temperaturas fueron registradas con un termómetro dispuesto en el sulfonador y la regulación de la tem-



temperatura verificada por medio de un recipiente, exterior al vaso principal, con agua corriente. Al terminar de añadir el óleum, se agitó durante 15 minutos. Entonces el líquido del sulfonador pasó a una vajilla, también de acero inoxidable, para reposar el producto de reacción (por tres horas) previa neutralización parcial del  $H_2SO_4$ , que hice añadiendo primero 0.116 Kgrs. de  $H_2O$  para atenuar el calor de reacción que se desprende al añadir el  $NaOH$ ; la cantidad de sosa fue de 0.250 Kgrs. de una solución al 11.6°Bé; la sosa y el agua se agregaron en un tiempo de 15 minutos cada una. La agitación se prolongó durante 15 minutos al mismo tiempo que se enfriaba para no permitir que subiendo la temperatura se descompusieran los sulfonados. Después se cortó la circulación del agua, elevándose la temperatura hasta los 73°C. De aquí siguió la sedimentación durante 3 horas para luego apartar la fase intermedia de las tres formadas. Dicha fase que contiene los ácidos sulfónicos la neutralicé con hidróxido de amonio en un matraz. El peso obtenido fue de 0.600 Kgrs. de sulfonatos, aproximadamente un 55% del peso del aceite lubricante cargado al sulfonador. El producto quedó de la siguiente apariencia:

Color por transparencia: café oscuro brillante.

Color por reflexión: verde azulado intenso.

Sin partículas sedimentables.

Líquido enteramente homogéneo y transparente.

En cuanto al olor: débil y tendiente hacia el del aceite original.

Completamente soluble en agua.

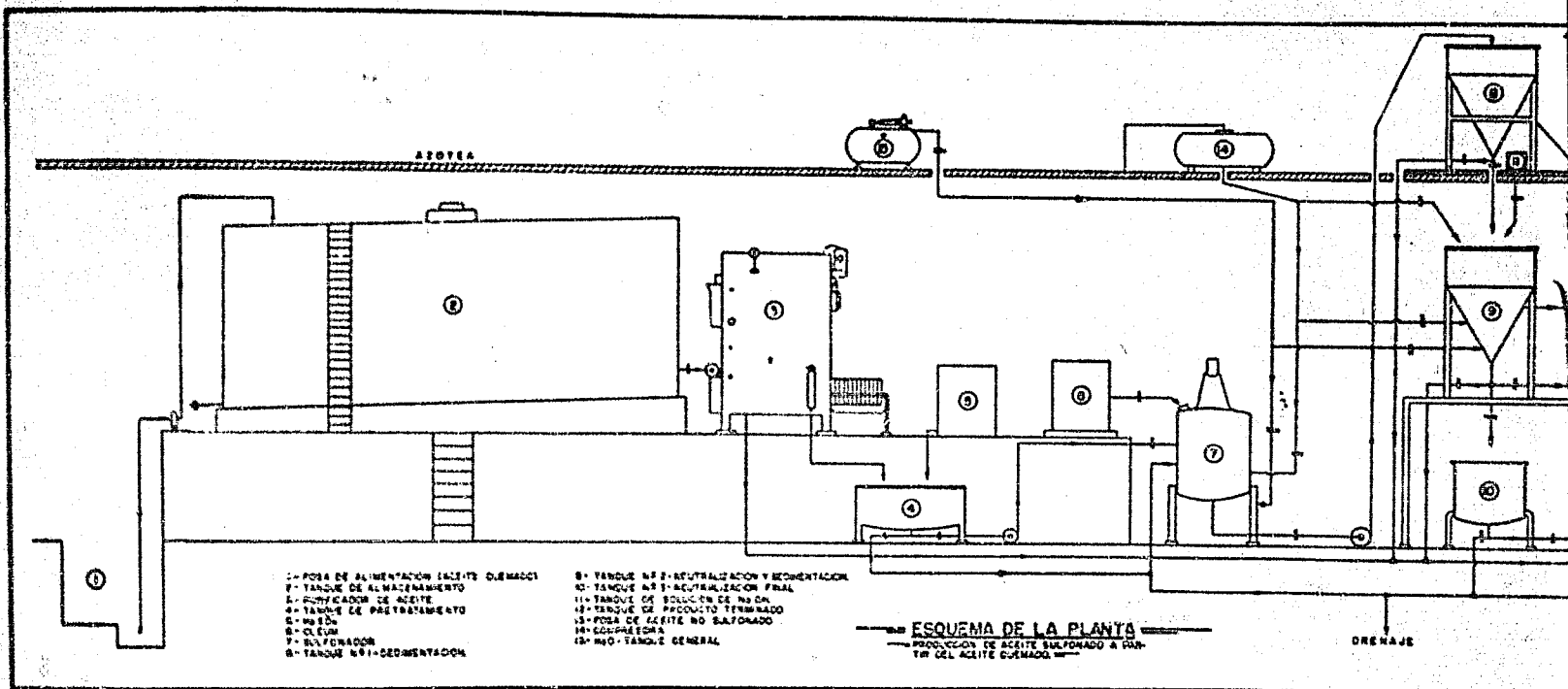
Peso específico a 23°C: 0.8791, gramos por centímetro cúbico.

#### EXPLICACION DEL DIAGRAMA:

En primer término se encuentra el sulfonador. El aparato está provisto de los dispositivos para agitar mecánica y neumáticamente a más de un termómetro para observar el curso térmico de la reacción; el exterior del aparato se envuelve con un recipiente por el cual circula el agua que regula la temperatura del sulfonador. Una mirilla, dos entradas (para el aceite y el óleum), y una descarga complementan al aparato. El aceite se carga de una vez y la caída del óleum se regula de manera que la cantidad del reactivo, correspondiente al aceite,

pueda distribuirse en dos horas y cuarto, bien continuamente o en pequeñas porciones de salida y al mismo tiempo que se agita con la hélice y el aire comprimido. A las dos horas y cuarto que son el tiempo de sulfonación, se siguen quince minutos de agitación mecánica. La temperatura inicial es de 45°C. y la final de 52°C., dividiendo más o menos de 2 en 2 grados repartidos en el tiempo de sulfonación. Una bomba eleva la mezcla del sulfonador hacia el primer vaso de sedimentación donde queda tres horas, lo suficiente para que se divida el total en dos capas; la salida del tanque es de tubo plástico transparente para observar y cortar la capa inferior de la superior. La capa inferior, de sulfonado y sulfúrico restante, sale por una válvula hacia el segundo tanque que es de neutralización y reposo; la capa de aceite que no reaccionó se regresa por otra válvula hacia un tanque especial. En el segundo tanque se añade por principio el agua que va a atenuar el calor de reacción, puesto que al neutralizar parcialmente al  $H_2SO_4$  por medio de un álcali se origina la elevación de temperatura; la adición del agua y del álcali se hace cada una en quince minutos (mientras se agita con aire) seguidos de otros quince minutos de agitación. La temperatura durante la reacción se regula por medio de la chaqueta de agua. Un termómetro al recipiente y otro a la camisa de agua, indican el curso de la temperatura, la cual durante la reacción sube hasta los 73°C.; de aquí se enfria y reposa por tres horas. La mezcla original se aparta en tres capas; el tanque tiene su salida inferior de plástico transparente y una cruz con tres válvulas para desalojar por distintas vías las capas formadas; el aceite que no reaccionó se junta al del tanque Núm. 1 la mezcla de sulfúrico y sulfato de sodio se neutraliza aparte y sale al drenaje; los ácidos sulfónicos van al tanque No. 3 de neutralización. En este tanque se puede lavar con solución de  $CINa$ , para lograr una separación todavía mejor, de los sulfónicos. En el tanque No. 3 se añade el  $NH_4OH$  suficiente para formar los sulfonatos y al mismo tiempo se agita; de aquí se envía al tanque de almacenamiento. Los dos primeros tanques y el sulfonador, la tubería y los accesorios son de acero inoxidable; el tubo de plástico se emplea en algunas partes. El tanque No. 3 es de acero inoxidable y sus accesorios de aluminio.

**CAPITULO V.**

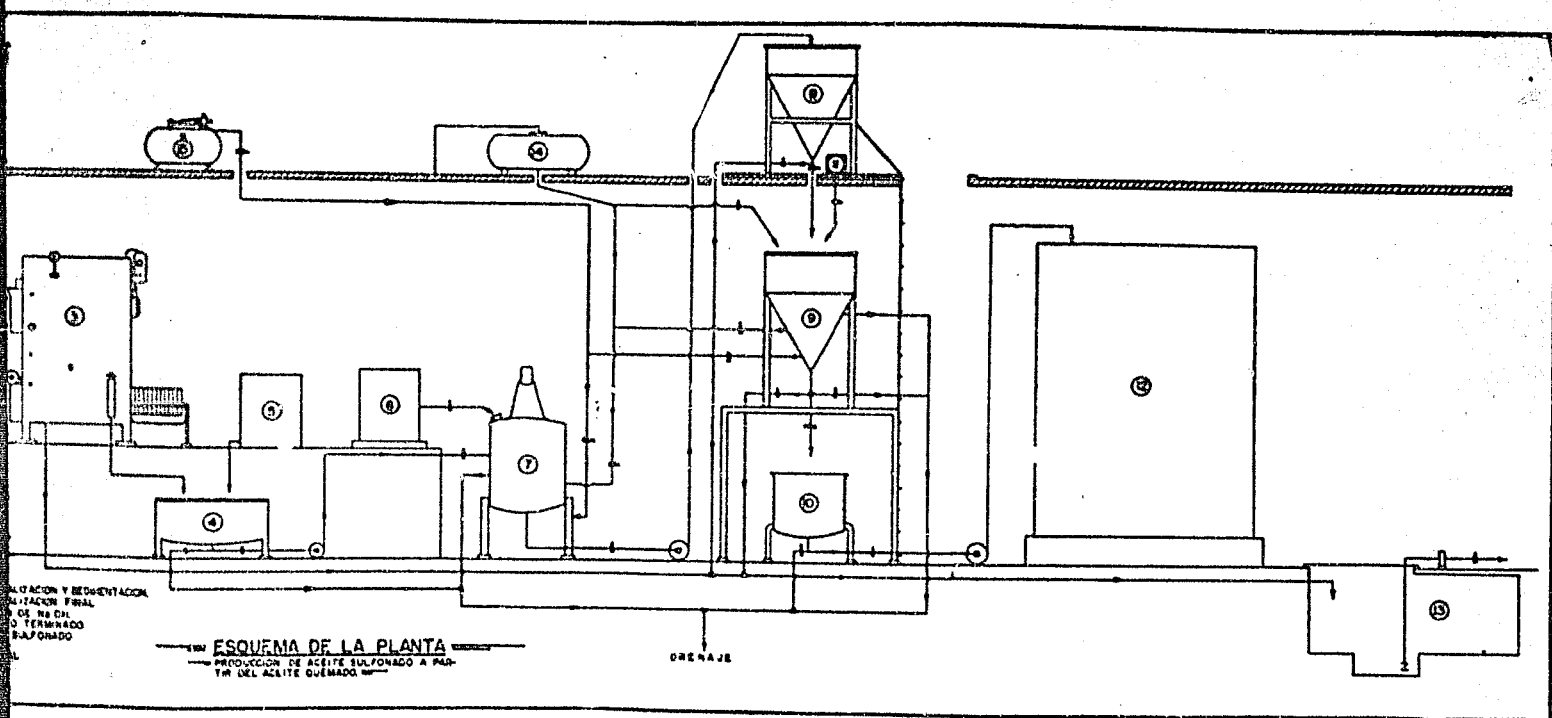


- 1- PISA DE ALIMENTACION ACEITE COMADO
- 2- TANQUE DE ALMACENAMIENTO
- 3- PURIFICADOR DE ACEITE
- 4- TANQUE DE PRETRATAMIENTO
- 5- H-2O
- 6- OLIV
- 7- SULFONADOR
- 8- TANQUE N° 1- SEDIMENTACION

- 9- TANQUE N° 2- NEUTRALIZACION Y SECIONACION
- 10- TANQUE N° 3- ACIDIFICACION FRIA
- 11- TANQUE DE SOLUCION DE H2SO4
- 12- TANQUE DE PRODUCTO TERMINADO
- 13- PISA DE ACEITE NO SULFONADO
- 14- COMPRESORA
- 15- H-2O- TANQUE GENERAL

**ESQUEMA DE LA PLANTA**  
 ——— PRODUCCION DE ACEITE SULFONADO A PARTIR DEL ACEITE COMADO. ———

DRENAJE





## CAPITULO VI.

### BALANCE DE MATERIALES.

Considerando el ejemplo de la página 7, capítulo IV:

Base 100 Kgrs. de aceite quemado, inicial.

*Aceite quemado cargado al tanque de almacenamiento:* 100.000 Kgs.

*Pérdida por lodos en la sedimentación:*  $0.001 \times 100 = 0.100$  ..

*Aceite cargado al purificador Hilco:* 99.900 ..

*Pérdida en el purificador (condensado, lodos, aceite en las tortas del filtro prensa):*

aproximadamente el 10.81%  $\frac{99.9 \times 10.81}{100} = 10.799$  ..

*Aceite que sale del purificador* =  $99.9 - 10.799 = 89.101$  ..

(1)  $H_2SO_4$  de 66°Bé gastado en el pretratamiento

(2%) :  $\frac{89.101 \times 2.00}{100} = 1.782$  ..

*Mezcla en el pretratamiento:*  $89.101 + 1.782 = 90.883$  ..

*Pérdidas en el tratamiento primero (en el sulfúrico, sedimentos y aceite, en total un 2.44%):*

$1.782 + 2.174$  (el 2.44% sobre el aceite) = 3.956 ..

*Aceite que entra al sulfonador:* 86.927 ..

*Oleum para sulfonar (42.4% en peso respecto al aceite purificado):* 36.857 ..

*Peso de la mezcla en el sulfonador:* 123.784 ..

*Tanque 1. de Asentamiento.*

*Peso del aceite sulfonado +  $H_2SO_4$ , separado en el tanque 1 de asentamiento (67.85% en peso de la mezcla total):*  $123.784 \times 67.85 = 83.987$  ..

*Peso de la parte, de la mezcla, eliminada:*  
 $123.784 - 83.987 = 39.797$  ..

---

(1) El sulfúrico va en exceso, pero sólo se gasta una pequeña parte.

*Tanque 2, neutralización y asentamiento.*

Carga que viene del tanque anterior:	83.987	..
Peso del NaOH a 11.6°Bé (especifico 1.088) =	20.400	..
Peso del H <sub>2</sub> O agregada:	11.995	..
Después del asentamiento, pesos aproximados de las 3 capas formadas:		
Aceite sin sulfonar —combustible—	30.351	..
Aceite sulfonado	47.391	..
Solución H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> y Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	38.640	..

*Tanque 3, neutralización final.*

Aceite sulfonado:	47.391	..
NH <sub>4</sub> OH para neutralizar y producir el sulfonato comercial:	1.273	..
	<hr/>	
Sulfonado de salida:	48.664	Kgs.

Rendimientos:

De laboratorio, trabajando inicialmente aceite purificado:	55	%
Rendimiento industrial, partiendo del aceite sucio:	48.66	%
	<hr/>	

Resumen:	Aceite quemado:	100.000	Kgrs.
	Aceite perdido:	13.546	..
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> de 66°Bé:	1.782	..
	Oleum:	36.857	..
	NaOH de 11.6°Bé:	20.400	..
	H <sub>2</sub> O:	11.995	..
	NH <sub>4</sub> OH:	1.273	..
	Aceite para combustible:	30.341	..
	Aceite sulfonado:	48.664	..

TIEMPO DE OPERACION

Tiempo para la purificación de 614.100 Kgs. (690 lts.) 3 hs.

Después de la primera purificación, con que se inicia el trabajo de la fábrica, dicha operación se efectúa en el tiempo hábil del proceso.

Sulfonación:	2 hs. 15 min.
Agitación mecánica:	15 min.
Elevación al tanque 1 y sedimentación en el mismo:	2 hs.
Adición del álcali, agua y agitación:	45 min.
Reposo y sedimentación:	3 hs.
Neutralización final:	15 min.
Tiempo de operación, por primera vez:	12 hs. 30 min.
Tiempo de proceso ordinario:	9 hs. 30 min.
Tiempo de trabajo para los obreros:	8 hs.
Descanso en el medio tiempo de la sedimentación en el tanque 1.	

PRODUCCION POR DIA: 298.821 Kgrs.

### CALCULO Y ESPECIFICACION DEL EQUIPO.

Parte 1.—Tanques, Purificador, Sulfonador y Fosas.

El primer tanque le calculo para una capacidad de 30,000 lts. considerando un trabajo de 15 días. El volumen por almacenar, así como los que van a tratarse sucesivamente en el proceso los estimo en función de la cantidad que un purificador Hilco, (el que he seleccionado) pueda transformar. Este aparato, tomando en cuenta que no se va a fabricar, sino que se tiene que elegir entre los que ofrece la Cia. que los manufactura, presenta un punto al que debe acomodarse, y hacerlo bien para evitar que constituya un tropiezo en el trabajo para una producción determinada. Así que, seleccionando el aparato por su capacidad, se calculan las demás partes de la planta.

El purificador admite 255 lts. y produce 230 lts. por cada hora.

### TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

La planta se va a trabajar 9 horas diarias por lo tanto:

Si el purificador pide 255 litros por hora, en 9 horas necesitará: 2,295 litros, y en doce días (dos semanas) 27,540 litros; el tanque lo

estimo para 30,000 litros, por la razón de dejar cierto margen para el almacenamiento y un espacio vacío para absorber el volumen que deja la inclinación para los sedimentos. Las medidas son: 2.50 mts. de diámetro y 6.12 de largo; la forma: cilíndrica, con su eje horizontal.

### PURIFICADOR HILCO.

Modelo: .....	A-50	
(1) Litros por carga admitidos .....	255	— 229.5 Kgrs.
(2) Litros por carga producidos .....	230	— 204.7 Kgrs.
		<hr/>
Tiempo de trabajo por carga, en mins.	55	24.8 .. pérdida
Calentadores (K.W.): .....	30	
Motor (H. P.): .....	1	
Carga de trabajo (K. W.): .....	31	
Tierra fuller's por carga (Kgr.) .....	22.5	
Hojas de papel filtro gastadas por carga:	8	

(1) Densidad 0.9 — (2) Densidad 0.89

## TANQUE DE PRIMER TRATAMIENTO.

El trabajo es de 3 horas, como sigue: 2 horas y 45 minutos estimados para las salidas de aceite y 15 minutos para carga y descarga del tanque. Al aceite se añaden 40 litros de ácido sulfúrico de 66°Bé. El volumen que va a contener el tanque es de:

$$690 + 40 = 730 \text{ lts.}$$

Forma del tanque: cilíndrico, eje vertical.

Medidas: 1.30 mts. de diámetro y 0.75 mts. de altura.

Volumen: 995 lts.

Los tanques los voy calculando con un aumento, que tiene por objeto lograr elasticidad en las condiciones de trabajo.

*Tanque Adicional.* —  $H_2SO_4$ .

Forma: cilíndrica, eje vertical.

Volumen: 200 lts.

Medidas: 0.56 mts. de diámetro y 0.86 mts. de altura.

## SULFONADOR.

En el tanque anterior entran 730 lts. y salen 680; 50 lts. quedan fuera del proceso (la parte de impurezas que sedimentan se eliminan, y la proporción mayor de  $H_2SO_4$ , no gastado y que en el mismo tanque anterior queda para trabajar de nuevo).

Capacidad del sulfonador:	Volumen del aceite:	680 lts.
	Volumen del óleum	140 lts.
	Volumen total:	<u>820 lts.</u>
	Sobre volumen:	180 lts.
	Volumen total:	<u>1.000 lts.</u>

Medidas: diámetro, 1 mt., altura 1.30 mts.

Forma: cilíndrica, eje vertical.

## TANQUE No. 1 — DE ASENTAMIENTO.

Capacidad: 1,000 lts.

Forma: Parte superior cilíndrica, inferior cónica; ejes verticales.

Medidas: Parte superior: altura 0.53 mts. diámetro 1.20 mts.  
 Parte inferior: altura 1.06 mts. diámetro (base) 1.20 mts.  
 De los 820 litros que entran, sale el 20% del volumen inicial  
 y se pierden por lo tanto 136 litros de mezcla no sulfonada.  
 Volumen final del líquido:  $820 - 136 = 684$  lts.

### TANQUE No. 2. — DE ASENTAMIENTO Y NEUTRALIZACION.

Capacidad: 1.000 lts.

Forma y medidas, iguales al anterior.

Componentes y sus volúmenes:

Mezcla del sulfonador (aceite y $H_2SO_4$ ) .....	684 lts.
NaOH al 8% (11.6°Bé) .....	132 ..
$H_2O$ .....	67 ..
Total .....	<u>883 ..</u>

### TANQUE No. 3 — DE NEUTRALIZACION FINAL.

En el tanque anterior los 883 litros se reparten o sedimentan en tres capas con los siguientes volúmenes:

Capa superior (de aceite sin sulfonar): .....	240 lts.
Capa media (de aceite sulfonado): .....	375 ..
Capa inferior (Solución: $H_2SO_4$ y $Na_2SO_4$ ): ...	268 ..
De manera que al tanque No. 3 llegan: .....	375 ..
Añadiéndose $NH_4OH$ : .....	10 ..
Total: .....	<u>385 lts.</u>
Capacidad: .....	500 lts.

Forma: cilíndrica, fondo cóncavo, eje vertical.

Medida: parte cilíndrica: altura 0.78 mts., diámetro 0.90 mts.

### TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

Capacidad: 35.340 lts.

Forma cilíndrica, eje vertical.

Medidas: altura 5.0 mts., diámetro 3 mts.

## FOSAS

Fosa No. 1 Descarga de materia prima.

Capacidad: 2.000 lts.

Forma: paralelepípeda.

Medidas: base: longitud 2.0 mts.; anchura 1.0 mts.; altura 1.0 mts.

Fosa No. 2 Descarga de aceite no sulfonado.

Igual a la anterior.

## ACCESORIOS.

### AGITADOR DEL SULFONADOR.

Agitador rápido de alto rendimiento tipo DMM. Marca Cramer.

Con soporte tubular en tres brazos y con tres flanges. Motor eléctrico de 1 . HP. de 1450 r. p. m., 220 V., 60 ciclos; acoplamiento fijo de cuña y eje de agitación vertical. Motor enteramente cerrado. Flecha y hélice de acero inoxidable.

### Parte 2.

Bomba 1, en la Fosa 1 - descarga de materia prima.

Bomba de engranes que desplace un volumen de 1.000 lts./hr. a una altura de cinco metros. A la vista el catálogo de la fábrica Roper.

Presión de trabajo:

Gravedad específica del aceite: 0.9

Específico del agua 62.4 libras por pie cúbico.

Específico del aceite:  $0.9 \times 62.4 = 56.16 \text{ lb./ft}^3$ .

Altura de la descarga:  $5 \times 3.28 = 16.40 \text{ ft}$ .

De donde:

$$\frac{\text{lb.}}{\text{ft}^3} \times \text{ft} = \frac{\text{lb.}}{\text{ft}^2}$$

$$\frac{\text{lb.}}{\text{ft}^2} \times \frac{1}{144} = \frac{\text{lb.}}{\text{inch}^2}$$

Sustituyendo:

$$\frac{56.16 \times 16.40}{144} = 6.4 \text{ lb./inch}^2.$$

La más pequeña de las bombas de la "Roper Rotary Pumps", es la que conviene al caso, tanto en su capacidad como en su presión de descarga.

Características:

Tamaño: 3  
Serie: F  
Tubería: 1/2"  
r.p.m.: 1750  
H.P.: 0.25  
Presión: 50 lbs.  
Capacidad: 3.45 galones/minuto —aproximadamente 1,000 lts./hr.  
Construcción: Caja de hierro vaciado, engranes de hierro endurecido, chumaceras de bronce, flechas de acero.

BOMBA 2.—Alimentación del sulfonador.

El sulfonador debe llenarse a lo más en diez minutos; la carga de presión es insignificante.

Centrifuga Deming.

Características:

Tamaño: 3  
Estilo: 4013  
Motor: 1/4 H.P.  
R. p. m. 1150  
Capacidad: 20 gal/min. — más o menos 75.70 lts./min.  
Carga total: 10 pies.  
Descarga y succión de 1.0".  
Acoplamiento directo.  
Construcción: Cámara de bronce, impulsor de bronce, flecha de acero inoxidable.



**BOMBA 3.—Alimentación al tanque No. 1. de asentamiento.**  
Altura de alimentación: 9.0 mts. = 29.52'.  
Centrifuga Deming.

**Características:**

Tamaño: 1-A  
Estilo: 4013  
Motor: 1/2 H. P.  
R. p. m. 1150  
Capacidad: 20 gal/mín.  
Carga total: 30 pies.  
Descarga de 1", succión de 1 1/2".  
Acoplamiento directo.  
Construcción: igual a la anterior.

**BOMBA 4.—Descarga del tanque de neutralización final al tanque de almacenamiento final.**

Igual a la bomba 1, pero en su tamaño inferior.

**Características:**

Modelo: I  
Serie: F  
Tubería: 1/2"  
R. p. m.: 1750  
H. P. 0.25  
Presión: 50 lbs./pulgada cuadrada.  
Capacidad: 1.66 gal/min. = 420 lts./hr.  
Construcción igual a la No. 1.

**BOMBA 5.—Salida de la Fosa 2. del aceite no sulfonado.**

Bomba igual a la No. 1.

**TUBERIAS:**

Para las bombas 1, 4 y 5 de 1/2".

Para las bombas 2 y 3 de 1".

Las descargas de los tanques 1 y 2 de plástico de 1 1/2".

## CAPITULO VII

### ESTUDIO ECONOMICO

#### I.—CAPITAL INVERTIDO.

a) Edificio:		
Terreno: 600 mts <sup>2</sup> . a \$20.00/m <sup>2</sup> .....	\$	12,000.00
Construcción: 400 mts <sup>2</sup> . a \$200.00/m <sup>2</sup> .....	..	80,000.00

COSTO DEL EDIFICIO: \$ 92,000.00

b) Maquinaria, equipo e instalación:		
Tanque de almacenamiento (hierro) .....	\$	6,000.00
Purificador de aceite .....	..	55,000.00
Tanque de pretratamiento (acero inoxidable) ..	..	2,000.00
Tanque de almacenamiento (acero inoxidable) capacidad: 200 litros.	..	1,200.00
Sulfonador. acero inoxidable: .....	..	3,000.00
Tanque 1. asentamiento (aluminio) .....	..	800.00
Tanque 2. neutralización, (acero inox.) ....	..	2,000.00
Tanque 3. neutralización final, (acero inox.) .	..	1,500.00
Tanque de producto terminado (hierro) .....	..	8,000.00
Tanque asbesto-cemento para el abasteci- miento de agua: .....	..	600.00
Agitador para el sulfonador: .....	..	2,000.00
Bombas de engranes.		
Bomba No. 1 con motor acoplado .....	..	1,362.00
Bomba No. 4 con motor acoplado ... ..	..	1,180.00
Bomba No. 5 con motor acoplado .....	..	1,362.00
Bombas centrifugas, marca Deming, con motor acoplado.		
Bomba 2 .....	..	2,900.00
Bomba 3 .....	..	2,900.00

#### Tuberías.

Acero inoxidable y accesorios .....	\$	1,200.00
De aluminio .....	..	400.00
De plástico .....	..	200.00
De hierro .....	..	150.00
Compresora .....	..	4,000.00

Total:	\$	97.754.00
Instalación, 7% sobre el costo de la maquinaria y el equipo: .....	\$	6.842.78

### COSTO DE LA MAQUINARIA. EQUIPO

E INSTALACION: .....	\$	104.596.78
----------------------	----	------------

Capital de trabajo:

Consumo diario.

Materias primas:

Acceite quemado: 690 lts. a \$0.15/ltr. ....	\$	103.52
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . 10.95 Kgrs. a \$0.55/kg. ....	\$	6.02
Oleum, 226.376 Kgrs. a \$0.95/Kgr. ....	"	215.06
NaOH, 98% pureza, 10.86 Kgrs. a \$1.50/Kgr. ....	"	16.29
NH <sub>4</sub> OH, comercial, 8.783 Kgrs. a \$1.10/Kgr. ....	"	9.66
Tierra fuller's y papel filtro para la operación del purificador .....	"	153.70
Tambores de 200 lts. 1.679 de tambor a \$50.00 por unidad .....	"	83.95
Electricidad: .....	"	18.24

Total: \$ 606.44

Como el aceite no sulfonado se vende para combustible, se descuenta su valor diario al costo de materias primas del día: 209.353 lts. a \$0.15/ltr. ....

Costo diario de las materias primas: .....

c) Capital de trabajo para 90 días:

Consumo diario x 90 = 575.04 x 90 = ... .. 51,753.60

CAPITAL INVERTIDO: a + b + c .....

### 2.—COSTO ANUAL DE LA PRODUCCION.

a) Materias primas, envases, electricidad:

Costo diario x 300 = .....

b) Costo anual del trabajo y la supervisión:

Encargado de la fábrica .....

Supervisor .....

3 Obreros .....

Total, Trabajo y Supervisión \$ 64,800.00

c) Gastos fijos anuales:

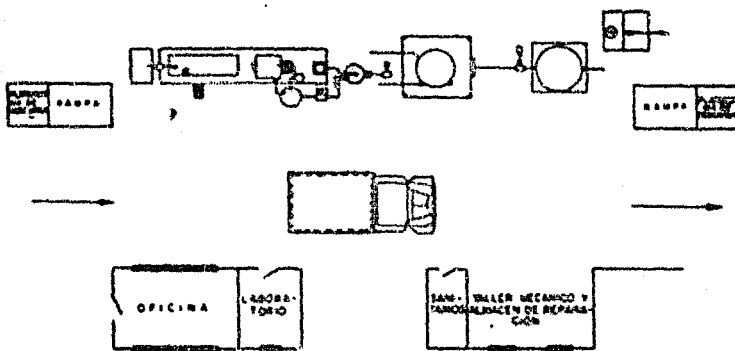
Ingresos Mercantiles, (18 al millar sobre las ventas) .....	\$	5,970.00
Impuestos, al Estado y al Municipio .....	..	2,000.00
Seguro Social .....	..	3,270.00
Depreciación del edificio (4%) .....	..	3,200.00
Depreciación de la maquinaria (10%) .....	..	9,555.00
Mantenimiento de la maquinaria (6% sobre el costo) .....	..	5,733.00
Imprevistos: .....	..	22,000.00
		<hr/>
Total:	\$	51,728.00

COSTO ANUAL DE LA PRODUCCION:

a + b + c .....	\$	289,040.00
ENTRADA ANUAL = Tonelaje producido x precio:		
89,646.30 Kgrs. x \$3.70 = .....	..	331,691.31
GANANCIA ANUAL =		
Valor de la producción — Costo de la producción = .....	..	42,651.31
UTILIDAD ANUAL SOBRE LA INVERSION =		
$\frac{\text{Ganancia}}{\text{Capital invertido}} = 17.18\%$		

PLANO DE LA FABRICA

PLANTA 2011



## CONCLUSIONES:

Viendo que presento sólo un anteproyecto y dentro de las limitaciones que tal supone, me formulo las consideraciones siguientes:

El proceso como materia prima principal, tiene al aceite mineral quemado, de bajo costo de adquisición y también de excelente facilidad para adquirirle.

Los aceites minerales sulfonados que se encuentran en el comercio, me refiero a los de fabricación nacional, por lo general son de baja calidad, tomando su color, sedimentos y solubilidad. El aceite que propongo fabricar no desmerece ante un producto extranjero y de aquí debe suponerse su aceptación en el comercio. En cuanto al precio, lo establezco conservadoramente para facilitar el acomodo del producto en el mercado; se une así calidad y bajo precio. El aceite sulfonado, de cuya preparación vengo hablando, se puede utilizar ventajosamente en el aderezo de pieles lo mismo que como lubricante en textiles, para preparar emulsiones y como cuerpo para bajar tensión superficial.

La venta del producto la busco en Guadalajara, León, Gto., y plazas cercanas, esto informándome de lugar y volumen de consumo.

La planta para la fabricación, es pequeña y la inversión puede considerarse proporcionada a sus utilidades. Su producción en trabajo de 8 a 9 y media horas es la que seguramente y para comenzar, se conseguirá su venta, quedando la planta, en habiendo demanda, hábil para explotarse las 24 horas.

Afirmo pues, proponer un negocio de capital reducido, estable; inversión segura y con utilidades moderadas.

Creo que es el tipo de fábrica que pide nuestro medio. No requiere gran capital, su producto es de consumo permanente y necesario y aunque sea pequeña la planta es, desde luego, una nueva fuente de trabajo, que en su posibilidades, extiende su beneficio a la colectividad.

## BIBLIOGRAFIA:

CHEMICAL ENGINEERING PLANT DESIGN. Frank C. Villbrandt, P. H. D.

CHEMICAL ENGINEER'S HANDBOOK. John H. Perry.  
ELEMENTS OF CHEMICAL ENGINEERING. Badger and McCabe.

ORGANIC CHEMISTRY. Fieser and Fieser.  
SYNTHESIS OF PETROCHEMICALS. - 7. Everett E. Gilbert.

The Petroleum Engineer. February, 1954.

UNIT PROCESSES IN ORGANIC SYNTHESIS. P. H. Groggins.

### CATALOGOS:

CRAMER RÖHRWERKS-BAU. Zentrifugal-Rührschrauben.

DEMING. Centrifugal pumps.

ROPER. Rotary pumps.

THE HILCO AIRLINE OIL PURIFIER. The Hilliard Corporation.