

26  
Zeje



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
Z A R A G O Z A**

**“ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE PROCESOS  
PARA LA REGENERACION DE ACEITE  
LUBRICANTE AUTOMOTRIZ**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**INGENIERO QUIMICO**

P R E S E N T A

**ROGELIO RIVAS CARDENAS**

MEXICO, D. F.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1994.



## **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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES \*ZARAGOZA\*

JEFATURA DE LA CARRERA  
DE INGENIERIA QUIMICA

SR. ROGELIO RIVAS CARDENAS  
P R E S E N T E.

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado para el Examen Profesional, le comunico que la Jefatura a mi cargo ha propuesto la siguiente designación:

PRESIDENTE:	ING. ALEJANDRO ROGEL RAMIREZ <i>Alejandro Rogel Ramirez</i>
VOCAL:	ING. RENE DE LA MORA MEDINA
SECRETARIO:	ING. SALVADOR GALLEGOS RAMALES <i>Salvador Gallegos Rames</i>
SUPLENTE:	ING. LORENZO ROJAS HERNANDEZ <i>Lorenzo Rojas Hernandez</i>
SUPLENTE:	M. en A. CARLOS GABRIEL COLIN FLORES

A T E N T A M E N T E  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
México, D.F., 14 de junio de 1994

*Alejandro Ruiz Cancino*  
M. en C. ALEJANDRO RUIZ CANCINO  
JEFE DE LA CARRERA DE  
INGENIERIA QUIMICA

Irm

A MI PADRE Y A MI MADRE  
QUIENES NO ESCATIMARON  
ESFUERZO, CARINO Y APOYO.

A MI ESPOSA CANDE  
QUIEN CON SU COMPRESION  
Y APOYO HIZO POSIBLE QUE  
CRISTALIZARA ESTE ESFUERZO.

A MIS HIJOS:

ROSELIO  
GUILLERMO  
KATIA DIYAN

A LAS FAMILIAS:  
TORRES CARDENAS  
CARDENAS NIETO.

A TODOS MIS FAMILIARES Y AMIGOS.

AL ING. RENE DE LA MORA MEDINA.

A LA F.E.S. ZARAGOZA

# I N D I C E

	PAG.
INTRODUCCION	1
SIMBOLOGIA	3
CAPITULO 1	
1.1 FUNCIONES DE UN LUBRICANTE	5
1.2 PROPIEDADES REQUERIDAS DE UN LUBRICANTE	7
1.3 CLASIFICACION DE LUBRICANTES	8
1.4 CARACTERISTICAS DE LOS ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES ELABORADOS POR PEMEX	19
1.5 ESPECIFICACIONES Y MARCADO	22
1.6 ADITIVOS	23
CAPITULO 2	
2.1 MARCO DE DESARROLLO	27
2.2 DEFINICION DEL PRODUCTO	27
2.3 ANALISIS DE LA OFERTA Y LA DEMANDA	30
2.4 PROYECCION DE LA OFERTA Y LA DEMANDA	39
2.5 PRECIOS	54
2.6 COMERCIALIZACION	62
CAPITULO 3	
3.1 DESCRIPCION DE LOS PROCESOS	63
3.2 ANALISIS DE LOS PROCESOS, SELECCION DE ALTERNATIVA (S)	127
3.3 CARACTERIZACION DE LA ALIMENTACION	134
3.4 PRUEBAS PARA PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS PARA ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES	147
3.5 QUE LE OCURRE A UN LUBRICANTE CUANDO ESTA EN SERVICIO	152

## C A P I T U L O 4

	PAG.
4.1 BALANCE DE MASA Y ENERGIA	155
4.2 DISEÑO Y ESPECIFICACION DE EQUIPO	158
4.3 LOCALIZACION DE LA PLANTA	200

## C A P I T U L O 5

5.1 DETERMINACION DE LA INVERSION FIJA	204
5.2 PRESUPUESTO DEL COSTO DE PRODUCCION	213
5.3 GASTOS DE VENTAS	218
5.4 GASTOS DE ADMINISTRACION	218
5.5 GASTOS GENERALES	219
5.6 PRESUPUESTO DE INGRESOS POR VENTAS	219
5.7 DEPRECIACION Y AMORTIZACION DE LA INV. FIJA	220
5.8 COSTOS FINANCIEROS ( TMR Y TABLA DE FINANCIAMIENTO)	222
5.9 DETERMINACION DE LA PRODUCCION MINIMA ECONOMICA	226
5.10 PRESUPUESTO DEL CAPITAL DE TRABAJO	228
5.11 ESTADO DE RESULTADOS	230
5.12 CALCULO DEL VPN Y DE LA TIR	231
CONCLUSIONES	233
BIBLIOGRAFIA	235

## R E S U M E N

ESTE TRABAJO CONSISTIO EN HACER UNA INVESTIGACION SOBRE GENERALIDADES DE LOS ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES, UN ANALISIS DE MERCADO DE LOS MISMOS, UNA DESCRIPCION Y ANALISIS DE LOS DIFERENTES PROCESOS DE RE-REFINACION DE ACEITE LUBRICANTE AUTOMOTRIZ USADO.

DE ACUERDO A LA INFORMACION ANTERIOR SE SELECCIONO UN PROCESO, PARA LO CUAL FUE NECESARIO ESTABLECER TRES ETAPAS, A FIN DE IR DEPURANDO, LA PRIMERA ETAPA CONSISTIO DE OBJETIVOS GENERALES, LA SEGUNDA DE OBJETIVOS MAS ESPECIFICOS COMO SON ; COMPLEJIDAD DEL EQUIPO, MATERIAL DE CONSTRUCCION DEL EQUIPO, CONDICIONES DE OPERACION, ETC. EL RESULTADO DE ESTA ETAPA FUE QUE LOS PROCESOS PROP E IFP SON LOS PROCESOS QUE RESULTAN SER LAS MEJORES OPCIONES. Y REALMENTE LA BIBLIOGRAFIA ASI LO DESCRIBE.

PERO PARA PROSEGUIR CON LOS OBJETIVOS DEL TRABAJO FUE NECESARIO ELEGIR UNA SOLA OPCION, PARA LO CUAL EN LA TERCERA ETAPA SE ANALIZARON LOS COSTOS DE OPERACION E INVERSION DE LOS DOS PROCESOS, RESULTANDO QUE EL IFP ES EL PROCESO QUE MENORES COSTOS TIENE. POR LO QUE EL TRABAJO AVANZO SOBRE ESA UNICA OPCION.

SOBRE EL PROCESO IFP SE ESTABLECIO UN ESTUDIO TECNICO Y ECONOMICO, QUE INVOLUCRO : DISENO BASICO DE EQUIPO, BALANCE DE MASA Y ENERGIA Y SOLO SE SEÑALARON LAS VENTAJAS DEL LUGAR DE LOCALIZACION DE LA PLANTA. YA QUE ESTE SE FIJO DESDE LOS OBJETIVOS DEL TRABAJO.

SE CALCULO LA INVERSION FIJA, LOS COSTOS DE PRODUCCION, LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO, ENTRE OTROS Y SE APLICARON LOS CONCEPTOS DE VALOR PRESENTE NETO Y DE LA TASA INTERNA DE RENDIMIENTO COMO CRITERIOS DE ACEPTACION DEL PROYECTO CON LAS VARIABLES SUPUESTAS.

EL RESULTADO DEL ANALISIS ECONOMICO REFLEJO QUE EL PROYECTO CON LAS CONDICIONES ESTABLECIDAS NO FUE RENTABLE, Y DE ACUERDO A UN ANALISIS DE SENSIBILIDAD QUE YA NO SE INCLUYO EN EL TRABAJO NOS PERCATAMOS QUE SOLO ES RENTABLE CUANDO EL PRECIO DE VENTA DEL ACEITE RE-REFINADO IGUALA AL DEL PRECIO DEL BASICO DE IMPORTACION.

AUN CUANDO EL PROYECTO SELECCIONADO NO FUE RENTABLE CON LAS CONSIDERACIONES ESTABLECIDAS, LOS OBJETIVOS DEL TRABAJO SE CUMPLIERON

## I N T R O D U C C I O N

EN LAS DECADAS DE LOS SETENTAS Y OCHENTAS LOS DESCUBRIMIENTOS DE YACIMIENTOS DE PETROLEO (PRINCIPALMENTE AL SUR DE PAIS) PRONOSTICABAN UN BUEN ABASTECIMIENTO DE ENERGETICOS Y PRODUCTOS DE PETROQUIMICA. POR OTRO LADO LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN EL RAMO AUTOMOVILISTICO Y CAMIONERO REQUIRIDO DE ACEITES LUBRICANTES MEJORADOS, PARA SUS CADA DIA MAS SOFISTICADOS MOTORES DE COMBUSTION INTERNA. FUE BENIGNO EL DESARROLLO DE AMBAS INDUSTRIAS, PERO PARALELAMENTE A ELLO, SE EMPEZARON A SUSCITAR PROFUNDAS PREOCUPACIONES ANTE LOS SERIOS PROBLEMAS DE CONTAMINACION QUE SUFRIERON NUESTROS RIOS, ESTANQUES, MARES, LAGUNAS Y DEMAS, QUE SE VIERON INVADIDOS DE CONTAMINANTES. (OBTIAMENTE LAS AGUAS DEL SUBSUELO SE VIERON TAMBIEN SERIAMENTE DANADAS O CUANDO MENOS AMENAZADAS.)

Y PRECISAMENTE UNO DE LOS CONTAMINANTES QUE SE VERTIA A ESOS LUGARES FUE EL ACEITE LUBRICANTE AUTOMOTRIZ USADO. EL DERRAMAR ACEITE USADO NO FUE SOLAMENTE PRODUCTO DE LA INCONSCIENCIA, SINO DE FALTA DE ORIENTACION, ASESORIA, DE NUEVAS OPCIONES DE USO DE ESE PRODUCTO; PUES SOLO SE EMPLEABA (EN LA MAYORIA DE LOS CASOS) COMO AGENTE REPELENTE AL AGUA, CON EL SE UNTABAN MADERAS PARA QUE ESTAS OFRECIERAN MAYOR RESISTENCIA AL AGUA, PARA APLACAR EL POLVO EN CARRETERAS Y CAMINOS RURALES DE TERRACERIA, PARA TEMPLE DE ACEROS POR SU ALTO CONTENIDO DE CARBONO Y ESCASAMENTE COMO BASE PARA LA ELABORACION DE TINTA DE PERIODICO.

DENTRO DE LOS OBJETIVOS DEL PRESENTE TRABAJO ESTAN:

ESTABLECER UN ANALISIS Y ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES PROCESOS EMPLEADOS PARA LA RE-REFINACION DEL ACEITE LUBRICANTE USADO, DESDE AQUELLOS QUE OPERAN A NIVEL LABORATORIO HASTA LOS QUE OPERAN A NIVEL INDUSTRIAL.

ASI COMO TAMBIEN DISERNIR CUAL DE ESTAS OPCIONES ES LA MEJOR ALTERNATIVA EN BASE A LOS CRITERIOS DE MERCADO, ECONOMICOS Y TECNICOS, CON LA RESTRICCION DE QUE DEBERA OPERAR A NIVEL INDUSTRIAL , CABE SEÑALAR QUE SE PLANTEA INSTALAR EL PROYECTO EN LA CIUDAD DE TEPEJI DEL RIO, PERTENECIENTE AL ESTADO DE HIDALGO.

APLICAR SOBRE ESA OPCION UN ESTUDIO TECNICO Y ECONOMICO (INCORPORA ESTE ULTIMO UN PLAN PROPUESTO DE FINANCIAMIENTO) CON LA FINALIDAD DE PODER ACERCAR EL TRABAJO A UNA APLICACION QUE EN UN MOMENTO DADO PUDIESE SER REAL.

EN BASE AL ANALISIS ECONOMICO DECIDIR SOBRE LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO, EN BASE A LAS CONSIDERACIONES ESTABLECIDAS.



EN SI QUE SIRVA ESTE TRABAJO PARA ILUSTRAR LOS CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS, Y SUMAR UNA REFERENCIA CLARA A LAS YA EXISTENTES, PARA INTERESADOS AL RESPECTO.

ESTE TRABAJO CONTEMPLA LAS SIGUIENTES FASES:

GENERALIDADES: TIPOS DE ACEITES, CLASIFICACION DE ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES, PROPIEDADES GENERALES DE LOS ACEITES Y ADITIVOS.

ESTUDIO DE MERCADO: EN EL CUAL SE ANALIZAN TANTO LA OFERTA COMO LA DEMANDA, SU COMPORTAMIENTO HISTORICO Y UNA PROYECCION DE LA MISMAS, EL TIPO DE Y LA LOCALIZACION DE ESAS, COMERCIALIZACION Y PRECIOS.

ANALISIS Y SELECCION: EN BASE A LOS DATOS TECNICOS Y ECONOMICOS, REALIZAR UN CONTRASTE DE CADA UNO DE LOS PROCESOS PARA CONCLUIR CUAL ES LA MEJOR OPCION.

ANALISIS TECNICO: DETERMINACION DE LA UBICACION DE LA EMPRESA, DISEÑO BASICO DE EQUIPO, DISPOSICION EN PLANTA.

EVALUACION ECONOMICA: QUE INVOLUCRA COSTOS FIJOS Y VARIABLES, COSTOS DE OPERACION, CAPITAL DE INVERSION, CAPITAL DE TRABAJO, FLUJOS NETOS DE EFECTIVO, GASTOS GENERALES Y CALCULO DEL VALOR PRESENTE NETO Y DE LA TASA INTERNA DE RETORNO, COMO CRITERIOS DE ACEPTACION DE LA FACTIBILIDAD DEL PROYECTO.

## S I M B O L O G I A

SUS	-----	VISCOSIDAD EN SEGUNDOS SEYBOLT UNIVERSAL
cS	-----	VISCOSIDAD EN CENTISTOK
API	-----	AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE
ASTM	-----	AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS
SAE	-----	SOCIETY OD AUTOMOTIVE ENGINEERS
<i>P</i>	-----	DENSIDAD
<i>H</i>	-----	VISCOSIDAD
ppm	-----	PARTES POR MILLON
°F	-----	GRADOS FARENHEIT
<i>H<sub>m</sub></i>	-----	MICRONES
UNIDAD	↑ # -----	UNIDAD ELEVADA A LA
C U.S.	-----	CENTAVOS DE DOLAR
M	-----	MILES
GAL	-----	GALON
X <sub>i</sub>	-----	FRACCION MASA DEL COMPONENTE i
Δ P	-----	CAIDA DE PRESION
Q	-----	FLUJO VOLUMETRICO
W	-----	FLUJO MASICO
T <sub>r</sub>	-----	TEMPERATURA DE ROSIO
T <sub>b</sub>	-----	TEMPERATURA DE BURBUJA
T <sub>d</sub>	-----	TEMPERATURA DE DISEÑO
P <sub>d</sub>	-----	PRESION DE DISEÑO
<i>φ</i>	-----	DIAMETRO NOMINAL
MLTD	-----	MEDIA LOGARITMICA DE LA DIFERENCIA DE TEMPERATURAS

Rd	-----	FACTOR DE OBSTRUCCION
Tw	-----	TEMPERATURA DE LA PARED DEL TUBO
TMAR	-----	TASA MINIMA DE ACEPTACION DE RENDIMIENTO
TIR	-----	TASA INTERNA DE RETORNO
FNE	-----	FLUJO NETO DE EFECTIVO
VPN	-----	VALOR PRESENTE NETO
n	-----	EFICIENCIA

# C A P I T U L O

I

FUNCIÓNES DE UN LUBRICANTE / PROPIEDADES REQUERIDAS DE UN

LUBRICANTE / CLASIFICACION DE LUBRICANTES / CARACTERISTICAS DE

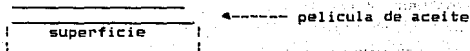
LOS ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES ELABORADOS POR PEMEX /  
ESPECIFICACIONES Y MARCADO DE LOS ENVASES / ADITIVOS.

## 1.1 PRINCIPALES FUNCIONES DE UN LUBRICANTE (I)

FUNDAMENTALMENTE TODAS LAS FUNCIONES DE UN ACEITE LUBRICANTE AUTOMOTRIZ, GIRAN EN TORNO A LA PROTECCION DE LA MAQUINA DE COMBUSTION INTERNA, Y ENTRE ESAS TENEMOS:

**1.1.1 CONTROLAR LA FRICCION:** EN ESTE ASPECTO ES NECESARIO VERIFICAR COMO SE ENCUENTRA LA PELICULA DEL LUBRICANTE EN LAS SUPERFICIES DE CONTACTO:

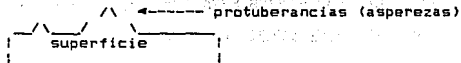
A.-SUPERFICIE TOTALMENTE CUBIERTA POR LA PELICULA DEL LUBRICANTE, CON UN ESPESOR OPTIMO, (LUBRICACION IDEAL).



B.-SUPERFICIE PARCIALMENTE CUBIERTA POR LA PELICULA DEL LUBRICANTE.



C.-PROTUBERANCIAS O ASPEREZAS SALIENTES DE LA SUPERFICIE DE CONTACTO.



**1.1.2 CONTROL DEL DESGASTE:** EL DESGASTE EN LOS SISTEMAS DE LUBRICACION PUEDE DEBERSE A TRES MECANISMOS:

A.-DESGASTE ABRASIVO: PUEDE SER OCASIONADO POR PARTICULAS SOLIDAS QUE SE ENCUENTREN ENTRE LAS SUPERFICIES DE CONTACTO. ESTAS PARTICULAS PUEDEN SER CONTAMINANTES O BIEN PARTICULAS OCASIONADAS POR EL DESGASTE. DE AQUI QUE, UNA DE LAS FUNCIONES DEL LUBRICANTE SEA LA DE REMOVER ESTAS PARTICULAS DE LA SUPERFICIE DE CONTACTO.

B.-DESGASTE CORROSIVO: ESTE TIPO DE DESGASTE ES CAUSADO POR LA OXIDACION. POR LO QUE SE HACE NECESARIO QUE EL LUBRICANTE POSEA UN INHIBIDOR DE LA OXIDACION.

**C.-DESGASTE CAUSADO POR EL CONTACTO METAL-METAL:** SE DEBE AL RESULTADO DEL ROMPIMIENTO DE LA PELICULA DEL LUBRICANTE SOBRE LAS SUPERFICIES DE CONTACTO. ESTE PROBLEMA SE RESUELVE CON UNA BUENA VISCOSIDAD DEL ACEITE LUBRICANTE.

**1.1.3 CONTROL DE LA TEMPERATURA:** UNA DE LAS PRINCIPALES FUNCIONES DEL LUBRICANTE, ES TRANSFERIR EL CALOR DE ZONAS DE ALTA TEMPERATURA HASTA REGIONES DE MEDIANA O BAJA TEMPERATURA, LOGRANDO ASI UN EFECTO REFRIGERANTE. POR LO CUAL EL CALOR ESPECIFICO Y LA CONDUCTIVIDAD TERMICA SON DE GRAN IMPORTANCIA.

**1.1.4 CONTROL DE LA CORROSION:** CUANDO LA MAQUINA SE ENCUENTRA EN REPOSO, EL LUBRICANTE SERVIRA PARA PRESERVARLA EN BUEN ESTADO. CUANDO LA MAQUINA SE ENCUENTRA EN OPERACION Y SOMETIDA A GRANDES TEMPERATURAS Y PRESIONES, PUEDEN APARECER PRODUCTOS DE OXIDACION, POR ELLO EL LUBRICANTE DEBERA POSEER INHIBIDORES DE OXIDACION.

**1.1.5 AISLAMIENTO ELECTRICO:** ESTA FUNCION POCAS VECES SE REQUIERE EN UN SISTEMA DE LUBRICACION. POR LO REGULAR SE LE REQUIERE CUANDO SE LE UTILIZA (AL ACEITE) EN UN EQUIPO ELECTRICO, TAL COMO TRANSFORMADORES Y DISPOSITIVOS DE DISTRIBUCION ELECTRICA. PARA TALES CASOS SE REQUIERE DE ALTA RESISTIVIDAD, BAJA VISCOSIDAD, ALTO PUNTO DE EBULLICION Y QUE NO REACCIONE CON LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION, ENTRE OTRAS.

**1.1.6 TRANSMISION DE FUERZA:** MUCHAS DE LAS MAQUINARIAS ACTUALES, UTILIZAN ACEITES PARA TRANSMITIR FUERZA Y MOVIMIENTO. EL CUAL PUEDE DESARROLLAR TRES FUNCIONES:

- A.-TRANSMITIR FUERZA CON EL MINIMO ESFUERZO
- B.-LUBRICAR LAS PARTES EN MOVIMIENTO
- C.-PROTEGER LAS PARTES METALICAS DE LA CORROSION

**1.1.7 AMORTIGUAR EL GOLPE:** ESTA SE PUEDE DAR DE DOS FORMAS:

A.-LA MAS FAMILIAR ES LA TRANSFORMACION DE ENERGIA MECANICA A ENERGIA DE MOVIMIENTO PARA EL FLUIDO LUBRICANTE.

B.-EL SEGUNDO MECANISMO SE DEBE A LA VARIACION DE LA VISCOSIDAD DEL MISMO LUBRICANTE CON LA PRESION, A MAYOR PRESION MAYOR VISCOSIDAD.

**1.1.8 REMOVER CONTAMINANTES:** DEBE POSEER PROPIEDADES DETERGENTES-DISPERSANTES, PARA PODER MANTENER EN SUSPENSIÓN Y TRANSPORTAR LOS LODOS PRODUCIDOS EN EL INTERIOR DE LA MAQUINA, AL FILTRO ENCARGADO DE RETENER ESTAS PARTICULAS. ADEMAS DE PODER LAVAR LAS SUPERFICIES DE CONTACTO, DEBIDO A SU PROPIEDAD DETERGENTE.

**1.1.9 FORMAR UN SELLO:** ESTA FUNCION POR LO REGULAR SE LE ATRIBUYE A LAS GRASAS, QUE GENERALMENTE SON EMPLEADAS, DONDE LA RETENCION DEL LUBRICANTE ES UN PROBLEMA. EL SELLO QUE FORMA EL LUBRICANTE EVITA QUE SE FILTREN IMPUREZAS AL SISTEMA.

(I) "PRINCIPIOS DE LUBRICACION"; S.R. CALISH, CAP. 10, ED. MC.GRAW-HILL.

## 1.2 PROPIEDADES REQUERIDAS DE UN LUBRICANTE

**1.2.1 FLUIDEZ, VISCOSIDAD:** LA VISCOSIDAD JUEGA UN PAPEL IMPORTANTE EN EL DESARROLLO DEL LUBRICANTE DENTRO DE UN MOTOR, POR EJEMPLO EN EL ARRANQUE SE DESEA QUE LA VISCOSIDAD NO SEA MUY ALTA, PARA QUE FACILITE EL ARRANQUE. PERO TAMBIEN ES DESEABLE QUE NO SEA MUY BAJA, PUES ESTO TRAERIA COMO CONSECUENCIA QUE LA PROTECCION DEL MOTOR SERIA DEFICIENTE. EXISTEN RECOMENDACIONES, QUE DEPENDIENDO DE LAS TEMPERATURAS DE OPERACION Y CLIMATOLOGICAS, ASI COMO TAMBIEN DEL TIPO DE COMBUSTIBLE, SE RECOMIENDA UN ACEITE DE VISCOSIDAD DADA. EL INDICE DE VISCOSIDAD ES UNA REFERENCIA SOBRE EL TIPO DE ACEITE RECOMENDADO PARA EL USO INDICADO. ACTUALMENTE SE CUENTAN CON UN GRAN NUMERO DE ACEITES MULTIGRADO.

**1.2.2 RESISTENCIA DE LA PELICULA DEL LUBRICANTE A LAS CARGAS.** EL CONTROL DE LA FRICCION, EL CONTROL DEL DESGASTE, LA RESISTENCIA A EXTREMAS PRESIONES, EN EL CASO DE TRABAJO DUROS Y CONTINUOS ES FUNDAMENTAL. SE REQUIERE QUE EL ACEITE SE ADHIERA UNIFORMEMENTE SOBRE LA SUPERFICIE DE CONTACTO.

**1.2.3 ESTABILIDAD QUIMICA.** LA RESISTENCIA A LA OXIDACION, RETARDA LA FORMACION DE GOMAS, LACAS, BARNICES Y COKE. LO QUE SIGNIFICARIA UN DETERIORO DEL ACEITE LUBRICANTE.

**1.2.4 PUREZA.** EL ACEITE DEBE ESTAR LIBRE DE CONTAMINANTES, EXENTO DE MATERIALES EXTRANOS QUE PUDIESEN OCASIONAR DESGASTE ABRASIVO, DILUCION Y OXIDACION. TAL ES EL CASO DE POLVO, GASOLINAS Y CENIZAS.

**1.2.5 NO CORROSIVO.** CARACTERISTICAS NO CORROSIVAS. CANTIDADES MINIMAS DE AZUFRE, PRESENCIA DE AGENTES ANTIOXIDANTES QUE SE LOGRA CON LA ADICION DE UN BUEN ADITIVO.

**1.2.6 BUENA DETERGENCIA.** DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR PUDEN PRODUCIRSE ASFALTOS, HERRUMBES, LODOS Y CENIZAS, POR LO QUE SE HACE NECESARIO QUE EL ACEITE TENGA LA PROPIEDAD DE DESPRENDER ESTAS DE LAS PIEZAS DEL MOTOR A FIN DE EVITAR DESGASTE ABRASIVO, QUE SE OBSTRUYAN DUCTOS, ETC.

**1.2.7 RESISTENCIA AL ENJUAGE.** SE DESEA QUE EL ACEITE POSEA ESCASA TENDENCIA A LA FORMACION DE EMULSIONES. PUES ESTO EVITARIA LA BUENA LUBRICACION, YA QUE LA FORMACION DE PELICULA SOBRE LAS PIEZAS DEL MOTOR SE DIFICULTARIA, PUES ESTA SERIA ARRASTRADA POR LA EMULSION FORMADA.

**1.2.8 RESISTENCIA AL FUEGO** . NO SOLO SE DESEA QUE EL ACEITE TENGA UN PUNTO DE IGNICION ALTO SINO QUE CAREZCA DE LA PRESENCIA DE VOLATILES. MINIMO DESPRENDIMIENTO DE VOLATILES Y PUNTO DE EBULLICION ALTO.

**1.2.9 BUEN COLOR, OLOR Y APARIENCIA**, EL OLOR DEL ACEITE DEBE SER EL CARACTERISTICO DEL DE UN PRODUCTO DERIVADO DE PETROLEO, EL COLOR DEBE SER BRILLANTE, NO OPACO PUES DARIA LA SENSACION DE UN PRODUCTO DE BAJA CALIDAD.

### **1.3 CLASIFICACION DE LUBRICANTES**

LOS LUBRICANTES PUEDEN CLASIFICARSE DE ACUERDO A SU ESTADO FISICO, A SU ORIGEN, A SU USO, A LAS CONDICIONES DE TRABAJO, ETC. A CONTINUACION SE DAN LAS CLASIFICACIONES MAS COMUNES:

#### **1.3.1 CLASIFICACION DE ACUERDO AL ESTADO FISICO:**

LOS LUBRICANTES PUEDEN SER GASES, LIQUIDOS O SOLIDOS. EN ESTA MISMA CLASIFICACION INCLUIREMOS A LOS LUBRICANTES PLASTICOS Y LOS ADITIVOS, AUN CUANDO ESTOS NO SON LUBRICANTES POR SI SOLOS, PERO SI CONTRIBUYEN A MODIFICAR LAS PROPIEDADES DE LOS LUBRICANTES, CUANDO SON AGREGADOS A ESTOS ULTIMOS.

**A.-LUBRICANTES GASEOSOS:** AIRE, HELIO, BIOXIDO DE CARBONO, LOS CUALES SE UTILIZAN EN TURBINAS VERTICALES Y TELESCOPIOS ROTATIVOS.

**B.-LUBRICANTES LIQUIDOS:**  
ACEITES MINERALES: PUEDEN SER PUROS O COMPUESTOS CON ADITIVOS.

ACEITES COMBINADOS: ANIMAL (CEROS, ACEITES, MANTECAS, ETC.)  
VEGETALES (RICINO, PALMA, ETC.)  
PESCADO ( TIBURON, BALLENA, ETC.)

**C.-LUBRICANTES SINTETICOS:** SILICONES, ESTERES FOSFATADOS, POLIGLICOLAS, ESTERES DE SILICON, ESTERES ACIDOS-DIBASICOS, POLIMEROS FLUOROCARBONADOS, FLUORO-ESTERES, POLIFENILETERES.

**D.-LUBRICANTES SOLUBLES:** ACEITE MINERAL COMPUESTO CON AGENTES EMULSIFICADORES , FLUIDOS SINTETICOS COMPUESTOS.

**E.-METALES LIQUIDOS:** MERCURIO, SODIO, POTASIO, ETC.

**F.-LUBRICANTES PLASTICOS (GRASAS) :** ACEITES MINERALES, ACEITES MINERALES CON ADITIVOS, FLUIDOS SINTETICOS, TODOS ESTOS ESPESADOS CON JABONES, FIBRAS DE YUTE SATURADAS CON GRASA FLUIDA, GRASA SEMIFLUIDA, ACEITES MINERALES ESPESADOS CON AGENTES GELATINOSOS, GRASAS SINTETICAS, GRASAS DE PETROLATUM.



G.-LUBRICANTES SOLIDOS: GRAFITO, DISULFURO DE MOLIBDENO, MICA, TALCO, PELICULAS DE POLYMEROS, PELICULAS DE METALES BLANDOS, BORAX, PLOMO YODADO, PLOMO CARBONATADO, MONOXIDO DE PLOMO, CERA, TITANIO, SULFITO DE PLATA.

H.-ADITIVOS: FOSFATOS, OLEATOS, CLORUROS, SULFUROS, OXIDOS Y OXALATOS, TODOS METALICOS.

### 1.3.2 CLASIFICACION DE ACUERDO AL USO.

A.-ACEITES LINEA AUTOMOTRIZ: PARA CARTER, PARA TRANSMISION MANUAL, PARA TRANSMISION AUTOMATICA, PARA DIFERENCIAL.

B.-ACEITES PARA TRACTOR: ACEITE ESPECIAL ( IH # 1 ), ACEITE ESPECIAL (JD-14), FLUIDO PARA TRACTOR F-5000.

C.-ACEITES PARA LINEA MARINA: NACIONAL MARINO ( 70, 100 ), DIESEL MAR ( AG 2030, AG 2040 ), DIESEL MAR ( 3030, 3050 ), DIESEL MARINO SAE ( 30, 40, 50 ), NACIONAL TELEMOTOR, NACIONAL SOLUBLE MARINO.

D.-ACEITES LUBRICANTES INDUSTRIALES: AISLANTES, PARA CILINDROS A VAPOR, COMPRESORES, CORREDERAS, CORTE, ENGRANES, ESPECIALES, FERROCARRILES, FILTROS DE AIRE, HIDRAULICOS, INGENIOS, PERFORADORAS, REFRIGERACION, LIMADO, SOLUBLES, TEMPLADO, TEXTILES, TINTES, TROQUELADO, TURBINAS, VIDRIO Y DE TODA PERDIDA.

E.-GRASAS LUBRICANTES: GRAFITADA, MEXOLUB CHASIS, RODILLOS DE TRACTOR, PROTECTORA DE JUNTAS, PROTECTORA DE CUERDAS, PROTECTORA DE HERRAMIENTAS, BENTONA, FIBROSA, PARA ALTA TEMPERATURA, COMPUESTA PARA MOTRICES, COMPUESTA PARA MUNONES, DE MULTILITIO, PARA BALEROS, CALPEX EP Y ALPLEX.

### 1.3.3 CLASIFICACION DE ACUERDO A SU ORIGEN

#### A.-NATURAL:

MINERAL: DE BASE PARAFINICA, DE BASE NAFTENICA Y MIXTOS.

VEGETAL: OLIVO, RICINO, ETC.

ANIMAL: CEBOS, MANTECAS, ETC.

#### B.-SINTETICOS: (II)

MONOESTERES: ESTERES DE ACIDOS MONOBASICOS Y ALCOHOLES MONOHIDRICOS, SON ALGUNOS DE LOS MONOESTERES QUE SE UTILIZAN EN LUBRICACION, LOS CUALES MUESTRAN DEBILIDAD AL ALTO DESGASTE, PUNTOS DE FUSION ALTOS.

(II) "PRINCIPIOS DE LUBRICACION"; S.R. CALISH, J.R., CAP. 11, ED. MC. GRAW-HILL.





COMPUESTOS FLUORADOS Y CLORADOS: UNA DE SUS VENTAJAS ES LA POCA TENDENCIA A DESCOMPONERSE EN PRESENCIA DE OXIGENO, A ALTAS TEMPERATURAS Y DE OTROS COMPUESTOS QUIMICOS. DENTRO DE ESTOS SE ENCUENTRAN LOS POLYMEROS DE CLORURO DE TRIFLUOROVINIL, ALGUNOS ETHERS FLUORADOS, AMINAS FLUOROCARBONADAS.

### 1.3.4 CLASIFICACION DE ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES (III)

#### A) DE ACUERDO A SU VISCOSIDAD (CLASIFICACION "SAE"):

A LOS NUMEROS DE VISCOSIDAD SE LES LLAMA COMUNMENTE GRADOS "SAE" O GRADOS DE VISCOSIDAD.

EL SISTEMA "SAE" CLASIFICA LOS ACEITES EN SIETE RANGOS DE VISCOSIDAD MEDIDA EN SEGUNDOS SAYBOLT UNIVERSAL (SUS); CADA RANGO SE CARACTERIZA POR UN NUMERO DE VISCOSIDAD SAE.

LA VISCOSIDAD MINIMA PARA CUALQUIER ACEITE DE CARTER EN LA CLASIFICACION SAE ES DE 39 SUS A 98.9 °C. EL SISTEMA SE BASA UNICAMENTE EN LA VISCOSIDAD, NO CONSIDERA NINGUN OTRO FACTOR. LOS NUMEROS DE VISCOSIDAD CON "W" ESTAN BASADOS EN VISCOSIDAD EXTRAPOLADA A - 17.8 °C Y LOS QUE NO TIENEN "W" SE BASAN EN LA VISCOSIDAD A 98.9 °C. VEASE LA TABLA # I.1.

TABLA # I.1.-

#### VALORES DE VISCOSIDAD SAE PARA ACEITES DE MOTOR

SAE NO. DE VISC.	A -17.8 °C				A 98.9 °C			
	MINIMO		MAXIMO		MINIMO		MAXIMO	
	SUS	cS	SUS	cS	SUS	cS	SUS	cS
5 W			4000	871				
10 W	6000*	1307	12000	2614				
20 W	12000**	2614	48000	10458				
20					45	5.75	58	9.63
30					58	9.65	70	12.48
40					70	12.98	85	16.82
50					85	16.82	110	22.75

\* LA MINIMA VISCOSIDAD A -17.8 °C PUEDE PASARSE POR ALTO, EN CASO DE QUE LA VISCOSIDAD A 98.9 °C NO SEA INFERIOR A 45 SUS.

\*\* LA MINIMA VISCOSIDAD A -17.8 °C PUEDE PASARSE POR ALTO EN CASO DE QUE LA VISCOSIDAD A 98.9 °C NO SEA INFERIOR A 45 SUS.

(III) MANUAL DE LUBRICANTES  
PEMEX

## B) CLASIFICACION DEL INSTITUTO AMERICANO DEL PETROLEO (API):

EL INSTITUTO AMERICANO DEL PETROLEO HA CLASIFICADO Y DESCRITO LOS ACEITES DE MOTOR EN TERMINOS GENERALES BAJO LAS CONDICIONES DE SERVICIO EN QUE OPERAN. DESIGNACION "M" PARA GASOLINA Y DESIGNACION "D" PARA DIESEL.

### A GASOLINA:

SERVICIO ML: PARA MOTORES CON SISTEMA DE ENCENDIDO A BUJIA QUE FUNCIONAN BAJO CONDICIONES FAVORABLES DE TRABAJO LIGERO, QUE NO PRESENTAN PROBLEMAS ESPECIALES DE LUBRICACION Y QUE POR SU DISEÑO NO FAVORECEN LA FORMACION DE DEPOSITOS. ES LA MAS BAJA CONDICION DE SERVICIO; LOS DISEÑOS MAS VIEJOS DE MOTORES USAN ESTE TIPO DE SERVICIO.

SERVICIO MM: MOTORES A GASOLINA QUE FUNCIONAN BAJO CONDICIONES MODERADAS DE TRABAJO PERO QUE PRESENTAN PROBLEMAS DE DEPOSITOS Y/O EN EL CONTROL DE LA CORROSION, CUANDO LAS TEMPERATURAS DEL ACEITE SON ELEVADAS.

SERVICIO MS: MOTORES (CON BUJIA) QUE OPERAN BAJO CONDICIONES DESFAVORABLES O SEVERAS QUE DEMANDEN PROPIEDADES ESPECIALES EN EL LUBRICANTE PARA EL CONTROL DEL DESGASTE O CORROSION Y LA FORMACION DE DEPOSITOS; YA SEA QUE ESTOS PROVENGAN DE LAS CONDICIONES DE OPERACION, DE LA CALIDAD DEL ACEITE O DEL DISEÑO DEL MOTOR.

ES EL MAS SEVERO TIPO DE SERVICIO; FRECUENTES PAROS Y ARRANQUES, VIAJES CORTOS ESPECIALMENTE EN TIEMPO FRIO; ALTAS VELOCIDADES Y GRANDES DISTANCIAS EN EL MANEJO, PARTICULARMENTE EN TIEMPO CALUROSO; MOTORES QUE FACILMENTE FAVORECEN LA FORMACION DE DEPOSITOS Y AL DESGASTE.

### DIESEL:

SERVICIO DG: PARA MOTORES DIESEL EN CONDICIONES DE OPERACION QUE NO PRESENTAN PROBLEMAS SERIOS DE DESGASTE O DEPOSITOS, YA SEA POR BUENA CALIDAD DEL COMBUSTIBLE O POR LAS CARACTERISTICAS DE DISEÑO DEL MOTOR, CON LO QUE EL MOTOR DEBE TRABAJAR A CONDICIONES NORMALES DE TEMPERATURA Y QUE EL MOTOR NO SEA SENSIBLE A LOS COMBUSTIBLES DE ALTO CONTENIDO DE AZUFRE.

SERVICIO DM: PARA MOTORES DIESEL QUE FUNCIONAN BAJO CONDICIONES SEVERAS DE TRABAJO O USAN UNA CALIDAD DE COMBUSTIBLE QUE TIENDE A FORMAR DEPOSITOS Y POR CONSECUENCIA DESGASTE, PERO DONDE HAY CARACTERISTICAS DE DISEÑO O DE TRABAJO LAS CUALES PUEDEN HACER EL MOTOR MAS SENSIBLE A LOS EFECTOS DEL COMBUSTIBLE O A LOS RESIDUOS DEL LUBRICANTE.

ESTE TIPO DE LUBRICANTE AFECTA ESPECIALMENTE EL CONTENIDO DE AZUFRE, ES MENOS SEVERO QUE EL SERVICIO "DS", PERO ESTA CONSIDERADO COMO "HEAVY DUTY", EN DONDE LOS DISEÑOS DE MOTOR SON CRITICOS CON RESPECTO A LOS RESIDUOS DE LOS ACEITES LUBRICANTES, POR LO QUE SE REQUIEREN LUBRICANTES CON BAJO CONTENIDO DE CENIZAS.

SERVICIO DS: PROPIO DE MOTORES DIESEL, QUE FUNCIONAN BAJO CONDICIONES DE OPERACION EXTREMADAMENTE SEVERAS O CON TENDENCIAS DEL MOTOR A FORMAR DEPOSITOS O AL DESGASTE EXCESIVO, YA SEA POR CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION O CALIDAD DEL COMBUSTIBLE.

RECOMENDADO PARA MOTORES EXPUESTOS A ALTAS CARGAS DE DISEÑO, ESPECIALMENTE EN MOTORES SUPERCARGADOS O CON INSTALACION DE DETALLES QUE ORIGINAN ALTAS TEMPERATURAS; TAMBIEN EN OPERACIONES INTERMEDIAS A BAJA TEMPERATURA Y CUANDO SE USA COMBUSTIBLE CON ALTO CONTENIDO DE AZUFRE.

### C) CLASIFICACION DE SERVICIO PARA MOTOR (API /ASTM / SAE ):

ESTA ES UNA NUEVA CLASIFICACION QUE REUNE EL ESFUERZO DE LAS ASOCIACIONES "API", "ASTM" Y "SAE", PARA ESCOGER UN NUEVO CONJUNTO DE CLASIFICACIONES PARA SERVICIO DE MOTOR.

ESTA CLASIFICACION DE SERVICIO SIRVE PARA GUIAR LA SELECCION CORRECTA DE LOS ACEITES PARA MOTOR QUE TRABAJEN CON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS EN LAS CONDICIONES DE SERVICIO. EN ESTA CLASIFICACION SE HACEN DOS DIVISIONES:

#### ACEITES COMERCIALES:

SIMBOLO "CA": SERVICIO TIPICO PARA MOTORES DIESEL OPERADOS EN SERVICIOS LIGEROS O MODERADOS CON COMBUSTIBLES DE ALTA CALIDAD. OCASIONALMENTE INCLUYEN MOTORES A GASOLINA EN SERVICIO LIGERO. ESTE TIPO DE ACEITES FUERON EMPLEADOS EN GRAN MEDIDA EN LOS AÑOS 1940 Y 1950.

SIMBOLO "CB": PARA MOTORES DIESEL OPERADOS EN SERVICIOS DE LIGERO A MODERADO PERO QUE USAN COMBUSTIBLE DE BAJA CALIDAD, QUE NECESITAN MAS PROTECCION CONTRA EL DESGASTE Y DEPOSITOS. OCASIONALMENTE INCLUYE MOTORES A GASOLINA EN SERVICIO LIGERO. LOS ACEITES DESIGNADOS PARA ESTE SERVICIO FUERON INTRODUCIDOS EN 1949. ESTOS ACEITES DAN PROTECCION CONTRA LA CORROSION DE COJINETES Y LOS DEPOSITOS A ALTA TEMPERATURA EN MOTORES DIESEL NORMALMENTE ASPIRADOS CUANDO SE USAN COMBUSTIBLES CON ALTO CONTENIDO DE AZUFRE.

SIMBOLO "CC": PARA MOTORES DIESEL LIGERAMENTE SUPERCARGADOS QUE OPERAN EN SERVICIO MODERADO A SEVERO Y QUE INCLUYEN CIERTOS MOTORES A GASOLINA HEAVY DUTY (HD). LOS ACEITES DESIGNADOS PARA ESTE SERVICIO FUERON INTRODUCIDOS EN 1964 Y USADOS EN MUCHOS CAMIONES, EQUIPO DE CONSTRUCCION E INDUSTRIAL, ASI COMO TRACTORES AGRICOLAS, ESTOS ACEITES DAN PROTECCION CONTRA LA FORMACION DE DEPOSITOS A ALTA TEMPERATURA EN MOTORES DIESEL LIGERAMENTE SUPERCARGADOS Y A LOS MOTORES A GASOLINA LES DAN PROTECCION CONTRA LA HERRUMBRE, CORROSION Y FORMACION DE DEPOSITOS A BAJA TEMPERATURA.

SIMBOLO "CD": SE UTILIZA EN MOTORES DIESEL SUPERCARGADOS DE ALTA VELOCIDAD, DE LATO RENDIMIENTO Y QUE REQUIEREN DE UN PRECISO Y EFECTIVO CONTROL DE DESGASTE Y DE FORMACION DE DEPOSITOS. LOS ACEITES DESIGNADOS PARA ESTE SERVICIO FUERON INTRODUCIDOS EN 1965 Y DAN PROTECCION CONTRA LA CORROSION DE COJINETES Y LOS DEPOSITOS A LATA TEMPERATURA EN LOS MOTORES DIESEL SUPERCARGADOS, CUANDO SE USAN COMBUSTIBLES CON MUCHA DIFERENCIA EN CALIDADES.

**ACEITES PARA ESTACIONES DE SERVICIO:**

SIMBOLO "SA": PARA MOTORES QUE OPERAN A CONDICIONES TAN BAJAS QUE NO SE REQUIERE DE LA PROTECCION PROPORCIONADA POR ACEITES COMPUESTOS.

SIMBOLO "SB": TIPICO PARA MOTORES QUE OPERAN BAJO CONDICIONES TAN LIGERAS QUE SOLAMENTE REQUIEREN DE UN MINIMO DE PROTECCION PROPORCIONADA SI SE DESEA POR COMPUESTOS. LOS ACEITES PARA ESTE SERVICIO SE HAN VENIDO USANDO DESDE 1930 Y UNICAMENTE PROTEGEN DE RAYADURAS, OXIDACION DEL ACEITE Y CORROSION DE LOS COJINETES.

SIMBOLO "SC": UTILIZADO EN MOTORES A GASOLINA, MODELOS 1964 A 1967, DE AUTOMOVILES DE PASAJEROS Y CAMIONES QUE OPERAN BAJO LA GARANTIA DE LOS FABRICANTES DE MOTORES, PROPORCIONAN UN CONTROL DE LOS DEPOSITOS A ALTA Y BAJA TEMPERATURA, DE LOS DESGASTES, HERRUMBRE Y CORROSION EN LOS MOTORES A GASOLINA.

SIMBOLO "SD": PARA MOTORES GASOLINA, AUTOMOVILES DE PASAJEROS Y CAMIONES DE MODELOS QUE COMIENCEN DESDE 1968 Y QUE OPERAN BAJO GARANTIAS DE LOS FABRICANTES DE MOTORES. LOS ACEITES DESIGNADOS PARA ESTE SERVICIO DAN MAS PROTECCION CONTRA LA FORMACION DE DEPOSITOS EN EL MOTOR A ALTAS Y BAJAS TEMPERATURAS, DE LOS DESGASTES, HERRUMBRE Y CORROSION EN MOTORES A GASOLINA QUE LOS ACEITES "SC" QUE SATISFACEN LA CLASIFICACION DE SERVICIO "API", Y PUEDEN USARSE CUANDO SE RECOMIENDA UNA CLASIFICACION DE SERVICIO API-SC.

**D) CLASIFICACION DE ACEITES HEAVY DUTY (O DE TRABAJO PESADO):**

ESTE SISTEMA ES DESARROLLADO A TRAVES DEL CONSTANTE USO, PERO SIN UN RECONOCIMIENTO FORMAL O PATROCINADO, CLASIFICA A LOS ACEITES HEAVY DUTY O DE TRABAJO PESADO DE ACUERDO A LOS COMPONENTES DE PRUEBA EN EL MOTOR Y LOS NIVELES DE DETERGENCIA. LOS FABRICANTES ASI COMO LOS CLIENTES USAN A MENUENDO NUMEROS DE ESPECIFICACION PARA DESCRIBIR LA CALIDAD Y ESPECIALMENTE LA DETERGENCIA DE LOS ACEITES HEAVY DUTY. ALGUNAS DE ESTAS ESPECIFICACIONES SON ANTICUADAS PERO AUN SON UTILES PARA DEFINIR UN NIVEL DE CALIDAD GENERAL.

LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES SON COMUNMENTE CITADAS Y ESTAN COLOCADAS APROXIMADAMENTE EN ORDEN CRECIENTE DE SEVERIDAD DE PRUEBA Y DE DETERGENCIA.

TABLA I.2.-

AUMENTO DE DETER- GENCIA EN ACEITES	DIESEL-AUMENTO EN SEVERIDAD					
	L-1*	MOD. L-1**	1-D**	1-H*	1-G*	L-4 D L-38
MIL-L-2104A	X					X
SUPLEMENTO 1		X				X
MIL-L-2104B				X		X***
SERIES 2			X			
SERIES 3			X	X		
MIL-L-45199B			X	X		X

\* COMBUSTIBLE CON 0.4 % DE AZUFRE

\*\* COMBUSTIBLE CON 1.0 % DE AZUFRE

\*\*\* ADEMAS LAS PRUEBAS DE DEPOSITOS A BAJA TEMPERATURA ASTM SECUENCIAS IIB, IIIB, VB.

LAS PRUEBAS PARA ESTE TIPO DE ACEITES HAN SIDO DESARROLLADAS POR:

CRC: COORDINATION RESEARCH COUNCIL

ASTM: AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS

#### ESTAS PRUEBAS SON:

CRC-L-1: PRUEBA EN MOTOR DIESEL DE CUATRO CICLOS, EMPLEANDO COMBUSTIBLE CON 0.4 % DE AZUFRE DURANTE 480 HRS. DE PRUEBA.

CRC-L-1 MODIFICADA: ES SIMILAR A LA L-1, CON UN COMBUSTIBLE DE 1.0 % DE AZUFRE ( MAS MENOS 0.05 %) Y ES POR LO QUE SE COMPRUEBA O DETERMINA SI UN ACEITE ES SUPLEMENTO 1.

CARTERPILAR 1-A: ES LA MISMA QUE L-1, EXCEPTO QUE EL CONTENIDO DE AZUFRE EN EL COMBUSTIBLE ES DE 1 % ( MAS MENOS 0.05 %) Y NO TIENE INSPECCIONES INTERMEDIAS, POR LO QUE SE CORRE CONTINUAMENTE.

CARTERPILAR 1-D: METODO SIMILAR A LA L-1 MODIFICADA ( 1 % DE AZUFRE) PERO EN MOTOR SUPERCARGADO, SE CORRE A ELEVADAS VELOCIDADES Y TEMPERATURAS, PARA LA SERIES 2.

CARTERPILAR 1-G: PRUEBA EN MOTOR SUPERCARGADO CON COMBUSTIBLES DE BAJO CONTENIDO DE AZUFRE. ES LA MAS SEVERA PRUEBA, YA QUE REQUIEREN ALTAS TEMPERATURAS Y CARGAS, PARA LAS SERIES 3.

CARTERPILAR 1-H: PRUEBA EN EL MISMO MOTOR QUE LA 1-G USANDO COMBUSTIBLE DE BAJO CONTENIDO DE AZUFRE; LAS CONDICIONES MAS SEVERAS QUE LA L-1 PERO MENOS SEVERAS QUE LA 1-G. ESTA PRUEBA ES UN REQUERIMIENTO DE LOS ACEITES MIL-L-2104 B.

CRC-L-4: SE EFECTUA EN UN MOTOR A GASOLINA CHEVROLET DE SEIS CILINDROS YA DESCONTINUADO Y SE DESARROLLA A ALTAS VELOCIDADES CONSTANTES, CARGAS MODERADAS Y ALTAS TEMPERATURAS.





API-SD (1) RECOMENDADO PARA SERVICIO DE MOTORES A GASOLINA DE VEHICULOS DE LOS AÑOS 1968 A 1971 O ANTERIORES.

API-SE RECOMENDADO PARA EL SERVICIO DE MOTORES A GASOLINA DE VEHICULOS DE 1972 A 1979 O AÑOS ANTERIORES.

API-SF RECOMENDADO PARA SERVICIO DE VEHICULOS DE 1980 A 1988. OPERANDO BAJO RECOMENDACION DE MANTENIMIENTO SEGUN EL FABRICANTE DEL MOTOR.

API-SG RECOMENDADO PARA SERVICIO DE VEHICULOS DE 1993 A ANTERIORES.

### ACEITES LUBRICANTES PARA MOTORES A DIESEL

SUBTIPO USOS

API-CA (1) RECOMENDADO PARA SERVICIO TIPICO DE MOTORES A DIESEL OPERADOS A CONDICIONES DE TRABAJO LIGERAS O MODERADAS CON COMBUSTIBLES DE ALTA CALIDAD. O PARA SERVICIO LIGERO EN MOTORES DE ASPIRACION NATURAL.

API-CB (1) RECOMENDADO PARA SERVICIO DE MOTORES A DIESEL OPERADOS EN CONDICIONES DE TRABAJO MODERADAS CON COMBUSTIBLE DE CALIDAD INFERIOR, QUE NECESITAN MAYOR PROTECCION CONTRA EL DESGASTE Y LA FORMACION DE DEPOSITOS PARA SERVICIO MODERADO EN MOTORES DE ASPIRACION NATURAL.

API-CC RECOMENDADO PARA SERVICIO MODERADO A SEVERO EN MOTORES DE ASPIRACION NATURAL, TURBOCARGADOS O SUPERCARGADOS.

API-CD PARA SERVICIO EN MOTORES DE ASPIRACION NATURAL, TURBOCARGADOS O SUPERCARGADOS EN LOS CUALES SE REQUIERE UN CONTROL EFECTIVO DEL DESGASTE Y DE DEPOSITOS O CUANDO SE UTILICEN COMBUSTIBLES DE UNA AMPLIA GAMA DE CALIDADES.

API-CD-II RECOMENDADO PARA SERVICIO DE MOTORES QUE REQUIEREN CONTROL EFECTIVO DEL DESGASTE Y DE DEPOSITOS, PARA SERVICIO PESADO EN MOTORES TURBOCARGADOS.

API-CE RECOMENDADO PARA SERVICIO PESADO EN MOTORES TURBOCARGADOS O SUPERCARGADOS, FABRICADOS A PARTIR DE 1983 Y CUBRE LA CATEGORIA DE SERVICIO "CD" O SERVICIO EXTRAPESADO EN MOTORES SUPERCARGADOS.

NOTA: (1) ESTOS SUBTIPOS SEGUN LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-L-21-1970, QUE CANCELA LA NORMA NOM-L-21-1968, ESTABLECE QUE SON OBSOLETOS Y DE AHI QUE QUEDA PROHIBIDA SU COMERCIALIZACION DENTRO DEL TERRITORIO NACIONAL. UNICAMENTE SE INCLUYEN CON CARACTER INFORMATIVO.

NOTA: (2) EN TANTO NO EXISTA UN SUBTIPO SUPERIOR EN CALIDAD AL "SG", SE RECOMIENDA EL USO DE ESTE PARA MOTORES DE VEHICULOS DE 1989 EN ADELANTE.

ADEMAS OTRA MEDIDA COMUN DE LOS ACEITES LUBRICANTES PRODUCIDOS POR PEMEX ES EL GRADO DE VISCOSIDAD "SAE" QUE DIVIDE EN ACEITES MONOGRADOS Y MULTIGRADOS Y EN AMBOS TIPOS LA NUMERACION AUMENTA DE ACUERDO AL RANGO DE TEMPERATURA EN QUE MANTIENE SU VISCOSIDAD MAS O MENOS CONSTANTE.

#### 1.4 CARACTERISTICAS DE LUBRICANTES AUTOMOTRICES ELABORADOS POR PEMEX (V)

1.4.1 PEMEX SOL SUPER: SE ELABORA EN LOS GRADOS SAE 10W, 20W, 30, 40 Y 50. LUBRICANTE DE MOTOR PARA SERVICIOS MM, ML, MS SOBREPASA LA ESPECIFICACION MILITAR MIL-L-2104-A. ES UN PRODUCTO DE MAGNIFICA CALIDAD, REFORZADO CON ADITIVOS ANTIOXIDANTES, DETERGENTES Y DISPERSANTES QUE RETARDAN LA OXIDACION Y FORMACION DE ACIDOS EN EL ACEITE, EVITANDO LA ACUMULACION DE CARBON EN LOS PISTONES Y VALVULAS, ASI COMO DEPOSITOS DE LACAS Y BARNICES EN LAS PARTES INTERNAS DEL MOTOR ADECUADO PARA LA LUBRICACION DE MOTORES DE COMBUSTION INTERNA A GAS Y GASOLINA, EN AUTOMOVILES, CAMIONES, TRACTORES, MOTORES ESTACIONARIOS, ETC.

1.4.2 EBANO: SE ELABORA EN LOS GRADOS "SAE" 10W, 20W, 30, 40, 50. ESTE ACEITE SE ENCUENTRA DENTRO DE LA CLASE INTERNACIONAL DE ACEITES DE MAXIMA CALIDAD, PARA SERVICIOS API, MS, DM. ES UN PRODUCTO ELABORADO CON MEZCLAS DE ACEITES BASICOS DE ALTA CALIDAD CON INDICES DE VISCOSIDAD ELEVADO Y REFORZADO CON ADITIVOS DISPERSANTES, DETERGENTES, ANTIOXIDANTES, ANTICORROSIVOS Y AGENTES ANTIDESGASTE, EN UNA COMBINACION PERFECTAMENTE BALANCEADA. SE RECOMIENDA PARA TODOS LOS MOTORES A GASOLINA DE ALTA COMPRESION, CON SERVICIO DE PARADAS Y ARRANQUES FRECUENTES EN CONDICIONES EXTREMAS DE TEMPERATURA, TAMBIEN SE PUEDEN EN MOTORES DIESEL CON TRABAJO MODERADO.

1.4.3 FAJA DE ORD: SE ELABORA EN EL GRADO MULTIPLE SAE 10W-40, ES EL ACEITE PARA UNIDADES AUTOMOTRICES MAS AVANZADO EN LA ACTUALIDAD DESARROLLADO COMO UN NUEVO CONCEPTO EN LUBRICANTES PARA MOTOR QUE CUBRE UN AMPLIO RANGO DE VISCOSIDAD DESDE EL GRADO 10W HASTA SAE-40. ESTE PRODUCTO SE ELABORA CON MEZCLAS DE ACEITES BASICOS CUIDADOSAMENTE SELECCIONADOS DE ALTO INDICE DE VISCOSIDAD Y REFORZADO CON ADITIVOS DE MUY RESIENTE DESARROLLO, PARA PROPORCIONAR UN PRODUCTO QUE SUPERA TODAS LAS NORMAS DE ACEITES PARA MOTORES A GASOLINA; CUMPLE AMPLIAMENTE CON LOS REQUISITOS DE LA CLASIFICACION API PARA SERVICIO "MS".

(V) "MANUAL DE PROPIEDADES DE ACEITES LUBRICANTES"; EDITADO POR PEMEX.

EL SERVICIO QUE PRESTA ESTE LUBRICANTE ES MEJOR QUE EL CUALQUIER OTRO ACEITE DE MOTOR. SE RECOMIENDA PARTICULARMENTE PARA LA LUBRICACION DE MOTORES A GASOLINA DE ALTA COMPRESION DE AUTOMOVILES Y CAMIONES MODERNOS.

**1.4.4 DIESEL MEX 2000:** SE ELABORA EN LOS GRADOS SAE 20, 30, 40 Y 50. PARA LA FORMULACION DE ESTE NUEVO LUBRICANTE SE HA RECURRIDO A LOS ULTIMOS ADELANTOS EN LA TECNOLOGIA DEL PETROLEO Y LOS ADITIVOS DE RESIENTE DESARROLLO, DANDO COMO RESULTADO UN NUEVO CONCEPTO EN ACEITES PARA MOTORES A DIESEL.

HA SIDO DISENADO PARA MOTORES A DIESEL DE ALTA VELOCIDAD Y POTENCIA, PROTEGIENDOLES DERIDAMENTE CONTRA LA FORMACION DE DEPOSITOS Y EVITANDO EL DESGASTE. SE RECOMIENDA PARA MOTORES A DIESEL Y CUMPLE CON LAS EXIGENCIAS DE LA CLASIFICACION "API" PARA LOS SERVICIOS DG Y DM, NO DEBIENDO EMPLEARSE EN AQUELLOS CASOS DONDE SE RECOMIENDE UN ACEITE TIPO SERIE 3 DE MAYOR DETERGENCIA. TAMBIEN PUEDE USARSE EN UNIDADES AUTOMOTRIZES EQUIPADAS CON MOTORES DIESEL "CUMMINS", "GMC" INTERNATIONAL, EN EQUIPO AGRICOLA Y DE CONSTRUCCION, PUEDE EMPLEARSE EN MOTORES "CASE", "JHON DEERE", "FORD", "INTERNATIONAL", "FERGUSON".

**1.4.5 MOTOLUB:** SE ELABORA EN EL GRADO "SAE-30", ACEITE DE INMEJORABLE CALIDAD, DISENADO ESPECIALMENTE PARA MOTORES A GASOLINA FUERA DE BORDA DE DOS TIEMPOS Y EN GENERAL PARA MOTORES DE COMBUSTION INTERNA DE DOS TIEMPOS, EN DONDE EL LUBRICANTE SE MEZCLA CON EL COMBUSTIBLE.

ESTE ACEITE PRESENTA LAS VENTAJAS DE:

- MAYOR RENDIMIENTO DEL MOTOR
- MAYOR LIMPIEZA INTERNA DEL MISMO
- EXCELENTE DETERGENCIA
- DISMINUYE LA FORMACION DE HOLLIN EN LAS BUJIAS
- POCA TENDENCIA A FORMAR CARBON

**1.4.6 EXTRALUB SUPER SERIE 3:** SE ELABORA EN LOS GRADOS SAE 20, 30 40 Y 50. PRODUCTO ELABORADO CON MEZCLA DE ACEITES BASICOS REFINADOS DE ALTO INDICE DE VISCOSIDAD Y ADITIVOS DE RECIENTE DESARROLLO MEJORADO. ADEMAS AGENTES INHIBIDORES DE OXIDACION, DESGASTE, LO QUE PERMITE OBTENER UN NUEVO CONCEPTO DE LUBRICANTES PARA MOTORES DIESEL.

DEBIDO A SU EXCELENTE CALIDAD ESTE LUBRICANTE ES ESENCIAL PARA UN MANTENIMIENTO DE LARGA DURACION. SE ELABORA PRINCIPALMENTE PARA MOTORES DIESEL DE ALTO RENDIMIENTO QUE TRABAJAN BAJO CONDICIONES SEVERAS DE TEMPERATURA Y CARGAS ELEVADAS. PARA MOTORES CARTERPILLAR, ALLIS-CHALMERS, OLIVER, ETC.

**1.4.7 BRIO DORADO / NEGRO:** ACEITE MULTIGRADO SAE 15W-40, GRADO DE VISCOSIDAD ADECUADO A TEMPERATURAS Y TOPOGRAFIA DEL TERRITORIO NACIONAL. CLASIFICACION API SF/CD, CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES DE CALIDAD REQUERIDA POR MOTORES A GASOLINA MODELOS 1980 EN ADELANTE CON O SIN TURBO QUE LO COLOCA A NIVEL DE LOS DE MAS ALTA CALIDAD MUNDIAL.

ELABORADO CON ACEITES BASICOS VIRGENES PRODUCIDOS POR PETROLEOS MEXICANOS, DE EXCELENTE CALIDAD Y ADITIVOS DE LA MAS AVANZADA TECNOLOGIA, POR LO QUE "API" OTORGO A PETROLEOS MEXICANOS EL CERTIFICADO # 152, DE FECHA DE 24 DE ENERO DE 1986, PARA UTILIZAR SU SIMBOLO OFICIAL. POR SU ALTA CALIDAD CUBRE LA ESPECIFICACION MILITAR MIL-L-146152B, PUEDE SER UTILIZADO CON EFICACIA EN MOTORES DIESEL.

EL EMPLEO EN SU FORMULACION DE ADITIVOS MODIFICADORES DE FRICCION LE CONFIEREN LA CARACTERISTICA DE ACEITE AHORRADOR DE COMBUSTIBLE DE MAYOR RENDIMIENTO EN EL PAIS. SU AVANZADA TECNOLOGIA Y CALIDAD LE PERMITE EXTENDER LOS PERIODOS DE CAMBIO DE ACEITE.

**1.4.8 BRIO AZUL:** ACEITE MONOGRADO, ELABORADO EN LOS GRADOS DE VISCOSIDAD SAE 10W, 20W, 30, 40, 50. VARIEDAD QUE PERMITE SELECCIONAR AL USUARIO EL GRADO ADECUADO A LAS CONDICIONES MECANICAS DE SU MOTOR Y CLIMATICAS IMPERANTES EN LAS REGIONES POR LAS QUE TRANSITE EL VEHICULO.

CLASIFICACION API/CD/SE, SOBREPASA LOS REQUERIMIENTOS DE LAS ESPECIFICACION MIL-L-2104-D DEL EJERCITO DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA, RECOMENDADO PARA UTILIZAR EN MOTORES DIESEL EN SERVICIO PESADO Y CONDICIONES SEVERAS DE OPERACION. FORMULADO CON ACEITES VIRGENES DE EXCELENTE CALIDAD, PRODUCIDOS POR PETROLEOS MEXICANOS Y CON DIVERSA GAMA DE ADITIVOS COMO ANTIOXIDANTES, ANTICORROSIVOS, ANTIDESGASTE, DETERGENTES Y DISPERSANTES.

**1.4.9 BRIO ROJO:** CALIDAD API SE/CC, ACEITE MONOGRADO ELABORADO EN LOS GRADOS DE VISCOSIDAD SAE 10W, 20W, 30, 40, 50. RECOMENDADO PARA UTILIZARSE EN MOTORES A GASOLINA MODELOS 1972 A 1979. CUMPLE CON LA ESPECIFICACION MILITAR MIL-L-2104-B, POR SU EXCELENTE CALIDAD TAMBIEN ES RECOMENDADO SU USO EN MOTORES DIESEL DE VEHICULOS PEQUENOS Y MEDIANOS QUE OPEREN EN CONDICIONES DE MANEJO LIGERO A MODERADO.

**1.4.10 BRIO VERDE:** CALIDAD API SD/CC, ACEITE MONOGRADO EN SAE-10W, 20W, 30, 40 Y 50, RECOMENDADO PARA UTILIZARSE EN MOTORES A GASOLINA MODELOS 1971 Y ANTERIORES. CUMPLE CON LA ESPECIFICACION MILITAR MIL-L-2104-B, POR SU CALIDAD PUEDE USARSE EN MOTORES DIESEL PEQUENOS EN SERVICIO LIGERO. ES CONVENIENTE SU USO EN MOTORES EN LOS CUALES EL CONSUMO DE ACEITE ES UN PROBLEMA.

## 1.5 ESPECIFICACIONES Y MARCADO (VI)

### 1.5.1 ESPECIFICACIONES:

LA CALIDAD DE LOS ACEITES LUBRICANTES PARA MOTORES A GASOLINA Y DIESEL DEBE ESTAR RESPALDADA POR:

DOCUMENTOS EMITIDOS POR ORGANISMOS O EMPRESAS, RECONOCIDAS NACIONAL O INTERNACIONALMENTE.

RESULTADOS APROBATORIOS DE PRUEBAS DE MOTOR ESTABLECIDAS PARA CADA UNA DE LAS CALIDADES DEL LUBRICANTE SEGUN API-ASTM-SAE.

ESTOS DOCUMENTOS DEBEN CONTENER RESULTADOS DE :

- A.-TEMPERATURA DE INFLAMACION: SEGUN NOM-L-25 O ASTM-D-92.
- B.-TEMPERATURA DE ESCURRIMIENTO: NOM-L-26 CT O ASTM-D-97.
- C.-VISCOSIDAD APARENTE A BAJA TEMPERATURA (CCS) Y TEMPERATURA DE BOMBEO A BAJA TEMPERATURA: SAE-J-300.
- D.-CENIZAS SULFATADAS : ASTM-D-874.
- E.-NUMERO BASICO TOTAL: ASTM-D-2896.
- F.-ESPUMACION: NOM-L-29 O ASTM-D-892.
- G.-VISCOSIDAD CINEMATICA: NOM-L-24 O ASTM-D-445.
- H.-INDICE DE VISCOSIDAD: NOM-L-27 O ASTM-D-2270.
- I.-NITROGENO: ASTM-D-322B.
- J.-METALES: NOM-L-65.

### 1.5.2 MARCADO:

TODD ACEITE LUBRICANTE PARA MOTOR DE VEHICULOS A GASOLINA O A DIESEL QUE SE COMERCIALICE A GRANEL O EN ENVASES INDIVIDUALES, DEBE SER IDENTIFICADO CON CARACTERES DE POR LO MENOS 3 mm DE ALTURA EN LUGAR VISIBLE Y EN ESPAÑOL, LOS SIGUIENTES DATOS:

- A.-NOMBRE, RAZON SOCIAL Y MARCA REGISTRADA DEL FABRICANTE.
- B.-CONTRASEÑA DE NORMA OBLIGATORIA.
- C.-LA LEYENDA "HECHO EN MEXICO" O DESIGNACION DEL PAIS DE ORIGEN.
- D.-SIMBOLO "HECHO EN MEXICO" O DESIGNACION DEL PAIS DE ORIGEN.
- E.-IDENTIFICACION DEL PRODUCTO:  
 SEGUN SU TIPO DE CALIDAD (SUBTIPO)  
 SEGUN SU GRADO DE VISCOSIDAD (SAE)  
 RECOMENDACION DE USO
- F.-CONTENIDO NETO EN CENTIMETROS CUBICOS O LITROS.
- G.-NUMERO DE LOTE EN EL TAMBOR O EN CUBETAS DE MAS DE CINCO LITROS Y PARA VOLUMENES MENORES SE HARA SOBRE LAS CAJAS DE EMPAQUE.
- H.-INDICAR CLARAMENTE SI LA CALIDAD ESTA O NO RESPALDADA POR PRUEBAS DE MOTOR.

(VI) EXTRAIDO DEL DIARIO OFICIAL DEL LUNES 22 DE OCTUBRE DE 1990, NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-L-21-1990.

## 1.6 ADITIVOS (VII)

SUSTANCIA O SUSTANCIAS QUE SE AGREGAN A LOS ACEITES Y GRASAS EN PEQUEÑAS CANTIDADES PARA IMPARTIR O AUMENTAR PROPIEDADES DESEADAS Y SUPRIMIR LAS NO DESEADAS.

### 1.6.1 PROPIEDADES GENERALES DE LOS ADITIVOS:

ADEMAS DE LOS REQUERIMIENTOS ESPECIFICOS DEL SERVICIO, LOS ADITIVOS POSEEN CIERTAS PROPIEDADES QUE PERMITAN INCORPORARSE A LAS BASES, ENTRE ESAS PROPIEDADES TENEMOS A:

A.-SOLUBILIDAD EN LA BASE: DEBEN SER SOLUBLES LOS ADITIVOS EN LA BASE EN EL RANGO DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO.

B.-INSOLUBLE Y NO REACCIONAR CON LAS SOLUCIONES ACUOSAS.

PARA EVITAR LA FORMACION DE EMULSIONES Y ACIDOS (CUANDO ALGUNO DE LOS COMPONENTES DE ADITIVOS PUDIESE REACCIONAR CON EL AGUA).

C.-COLOR: NO DEBEN PROPORCIONAR COLORES OSCUROS A LA BASE, PUES SE CONSIDERAN ACEITES DE CALIDAD INFERIOR, LO QUE DARIA UNA APARIENCIA DE ACEITE DE BAJA CALIDAD.

D.-VOLATILIDAD: DEBE SER BAJA DE LO CONTRARIO CUANDO SE TRABAJA A TEMPERATURAS ALTAS UNA FRACCION DEL ADITIVO SE EVAPORA Y CON ESTO LA CONCENTRACION Y LA EFECTIVIDAD DEL MISMO DECRECERIA.

E.-ESTABILIDAD: EN ADITIVO DEBE PERMANECER ESTABLE EN LA MEZCLA, EN EL ALMACENAMIENTO Y EN EL USO A LAS CONDICIONES IMPORTANTES.

F.-COMPACTIBILIDAD: DOS O MAS ADITIVOS EN UNA MEZCLA CON ACEITE SON COMPACTIBLES SI EXISTE LA CLARA EVIDENCIA DE QUE NO REACCIONAN CONJUNTAMENTE.

G.-FLEXIBILIDAD: ES DESEABLE QUE UN ADITIVO PROPORCIONE VARIOS SERVICIOS.

H.-OLOR: ES SUMAMENTE IMPORTANTE QUE EL ADITIVO NO PROPORCIONE OLORES DESAGRADABLES A LA BASE. EN CASO DE PROPORCIONAR MAL OLORES A LA BASE, DEBE SER CONTRARRESTADO CON LA ADICION DE ALGUN PERFUME SINTETICO.

I.-ACTIVIDAD CONTROLADA: QUE SU ACCION SOBRE EL ACEITE O BASE SEA EN EL RANGO ESPERADO.

### 1.6.2 CLASIFICACION DE ADITIVOS

LOS ADITIVOS DE ACUERDO A SU FUNCION, PUEDEN SER CLASIFICADOS EN:

A.-AQUELLOS DISENADOS A PROTEGER EL LUBRICANTE TERMINADO EN SERVICIO, EN UNA U OTRA FORMA, POR CAMBIOS QUIMICOS O BIEN POR DETERIORACION.

(VII) "PRINCIPIOS DE LUBRICACION"; S.R. CALISH J.R., CAP. 14, ED. MC. GRAW-HILL.

B.-AQUELLOS QUE PROTEGEN A LA MAQUINA DE LOS PRODUCTOS DE COMBUSTION, DEPOSITADOS EN LOS LUBRICANTES O DEL MAL-LOGRO DEL COMBUSTIBLE Y/O DE LA FUNCION PROPIAMENTE DEL LUBRICANTE.

C.-AQUELLOS QUE TIENEN COMO FINALIDAD DAR UNA NUEVA PROPIEDAD AL LUBRICANTE O BIEN DE MEJORIA, LO CUAL PUEDE DARSE POR DOS MECANISMOS:

MECANISMO 1.- AQUELLOS QUE AFECTAN ALGUNA CARACTERISTICA FISICA DEL LUBRICANTE TAL COMO LA ANTIESPUMA, RELACION VISCOSIDAD-TEMPERATURA.

MECANISMO 2.- ESOS QUE AFECTAN LA NATURALEZA QUIMICA, CUYO EFECTO POR LO REGULAR ES MEDIDO A TRAVES DEL SERVICIO DESARROLLADO, CARACTERISTICAS TALES COMO DETERGENCIA, OXIDACION, CORROSION, ANTIHERRUMBRE, ETC.

### 1.6.3 LAS PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE EFECTO DE ESAS DOS CLASES DE ADITIVOS SON:

#### A.-CARACTERISTICAS QUIMICAS:

ANTIOXIDANTE  
 ANTICORROSION  
 ANTIDESGASTE  
 DETERGENTE-DISPERSANTE  
 AGENTE ALCALINO  
 ANTIHERRUMBRE  
 OLEOSIDAD  
 EXTREMA PRESION  
 REPELENTE AL AGUA  
 DESACTIVADOR METALICO

#### B.-CARACTERISTICAS FISICAS:

DEPRESIVO  
 MEJORADOR DEL INDICE DE VISCOSIDAD  
 ANTIESPUMA  
 RELLENADOR DE VACIOS  
 EMULSIFICADOR  
 ESTABILIZADOR DE COLOR  
 CONTROL DE OLOR  
 ANTISEPTICO

### 1.6.4 DESCRIPCION DE LOS ADITIVOS MAS IMPORTANTES POR SU FUNCION Y EFECTO.

A.-INIHIIBIDORES DE OXIDACION Y CORROSION: LOS ADITIVOS LLAMADOS ANTIOXIDANTES DISMINUYEN LA OXIDACION DEL ACEITE, CON EL EFECTO SECUNDARIO DE REDUCIR LA CORROSION DE CIERTOS TIPOS DE MATERIALES.

LA VELOCIDAD DE OXIDACION DEL ACEITE LUBRICANTE DEPENDE NO SOLAMENTE DE LA COMPOSICION QUIMICA Y ESTABILIDAD DEL ACEITE, SINO DE LA TEMPERATURA Y EL TIEMPO DE OPERACION DE LA MAQUINA. CUANDO UN ACEITE SE DESCOMPONE EN SERVICIO COMO RESULTADO DE LA OXIDACION, ESTE PUEDE FORMAR LODOS, RESINAS, BARNICES, ACIDOS CORROSIVOS Y NO CORROSIVOS O BIEN INCREMENTAR SU VISCOSIDAD.



LA FUNCION DE UN ADITIVO ANTIOXIDANTE ES PREVENIR LAS REACCIONES CATALITICAS, CORROSION Y FORMACION DE BARNIZ Y LODD. LOS ANTIOXIDANTES E INHIBIDORES DE CORROSION VARIAN EN SU ESTRUCTURA QUIMICA, PERO GENERALMENTE CONTIENEN COMPONENTES DE AZUFRE Y FOSFORO, ENTRE LOS MAS COMUNES ESTAN:

DITIOFOSFATO DE ZINC, PRODUCTOS DE REACCION DE LAS OLEFINAS, PRODUCTOS DE REACCION DE TERPENOS Y OLEFINAS SULFORIZADAS.

**B.-ADITIVOS ANTIDESGASTE:** CUANDO EL ACEITE LUBRICANTE CIRCULA POR LEVAS, VALVULAS, BOMBAS DE ACEITE, ENGRANES DE DISTRIBUCION Y ANILLOS DE PISTON O CUANDO LAS PARTES A LUBRICAR SON OPERADAS PARCIALMENTE O ENTERAMENTE BAJO CONDICIONES DE LUBRICACION EN CAPA, LA ADICION DE AGENTES ANTIDESGASTE SE HACE NECESARIA. CUANDO SE NECESITAN UN AGENTE ANTIOXIDANTE, UN ANTICORROSIVO Y ADEMAS UN ANTIDESGASTE; EL DITIOFOSFATO DE ZINC, QUE COMBINA ESTAS TRES PROPIEDADES.

**C.-ADITIVOS DISPERSANTES Y DETERGENTES:** COMERCIALMENTE SE DISPONEN DE VARIOS NIVELES DE DETERGENCIA, JABONES DE CALCIO, BARIO, ACIDOS SULFONICOS DE PETROLEO, ACIDOS SULFONICOS SINTETICOS, SALES DE UNA GRAN VARIEDAD DE DERIVADOS FENOLICOS, TAMBIEN POLIMEROS CONTENIENDO BARIO, AZUFRE, FOSFORO Y DETERGENTES DE CENIZAS, TODO ELLOS HAN SIDO USADOS COMO ADITIVOS DETERGENTES PARA MOTORES DE COMBUSTION INTERNA.

**D.-AGENTES DE ALCALINIDAD:** EL TERMINO BASICO SE APLICA A TODOS AQUELLOS ADITIVOS DETERGENTES, LOS CUALES TIENEN CIERTA ALCALINIDAD PARA NEUTRALIZAR LOS MATERIALES FORMADOS DEL ACEITE OXIDADO, COMBUSTIBLE PARCIALMENTE QUEMADO, AZUFRE EN EL COMBUSTIBLE. PARA TAL EFECTO SE UTILIZAN SALES DE ACIDO SULFONICO, ACIDOS FOSFONICOS O FENOLES.

**E.-ADITIVOS PARA PREVENIR HERRUMBRE:** DENTRO DE ESTOS TENEMOS A LOS JABONES METALICOS, ESTERES, ETHERES Y DERIVADOS DE ACIDOS DIBASICOS, LOS SULFATOS DE BARIO Y CALCIO.

**F.-DEPRESIVO DEL PUNTO DE CONGELACION:** TENEMOS A ESTERES DEL ACIDO METACRILICO.

**G.-ADITIVOS MEJORADORES DE LA VISCOSIDAD-INDICE:** PARA TAL EFECTO PUEDEN UTILIZARSE POLYMEROS DE ISOBUTILENO, COPOLYMEROS DEL ACRILATO Y METACRILATO.

**H.-OLEOSIDAD Y FUERZA DE LA PELICULA:** TIENEN COMO FINALIDAD DAR RESISTENCIA A LA RUPTURA EN LAS MOLECULAS DEL LUBRICANTE. SON ENTRE OTROS LOS ACEITES DE MANTECA, ACIDO OLEICO, ESPERMA DE BALLENA, ACEITE DE TIBURON Y ESTERES DE ACIDOS GRASOS, ACIDOS FOSFORICOS.

**I.-EMULSIFICACIONES:** EN MUCHAS DE LAS APLICACIONES DE LA LUBRICACION LA EMULSIFICACION ES UNA CARACTERISTICA NO DESEADA. SIN EMBARGO HAY APLICACIONES DONDE LOS ACEITES MINERALES SON O ESTAN COMPUESTOS CON MATERIAL EMULSIFICANTE, LO QUE PERMITE ENTONCES QUE SEA MISCIBLE EN EL AGUA. ASI LOS ACEITES SON LLAMADOS SOLUBLES Y USADOS COMO ENFRIADORES Y LA LUBRICACION EN LA MAQUINARIA DEPENDE DE LOS AGENTES EMULSIFICADORES PARA SUBSECUENTES APLICACIONES COMO LIQUIDO ENFRIADOR. JABONES DE GRASAS Y ACIDOS GRASOS O SULFONATOS DE SODIO A PARTIR DEL ACIDO SULFONICO O NAFTENICO, SON COMUNMENTE USADOS PARA ESTE PROPOSITO.

ESTOS SON COMPUESTOS QUIMICOS DE ACTIVIDAD SUPERFICIAL, LOS CUALES TIENDEN A REDUCIR LA TENSION INTERFACE Y CON ESO PERMITEN UN MEZCLADO INTIMO DE LA MEZCLA ACEITE EMULSIFICADOR Y AGUA PARA FORMAR UNA SUSPENSION COLOIDAL DEL FLUIDO REFRIGERANTE.

**J.-REPELENTES AL AGUA:** CIERTOS POLYMEROS DE SILICONES Y ALGUNAS AMINAS ALIFATICAS Y ACIDOS GRASOS SON EFECTIVOS, PARA TAL PROPOSITO.

**K.-DESACTIVADORES:** LOS DESACTIVADORES FORMAN UNA CAPA PROTECTORA INACTIVA POR ABSORCION FISICA O QUIMICA PARA CALMAR, PREVENIR O CONTRARRESTAR LOS EFECTOS CATALITICOS DE LAS SUPERFICIES METALICAS SOBRE LA OXIDACION Y CORROSION.

ESOS ADITIVOS FRENAN EL EFECTO CATALITICO DE LAS SUPERFICIES METALICAS POR MEDIO DE LA DEPOSITACION DE UNA PELICULA INACTIVA, LA CUAL PREVIENE EL CONTACTO ENTRE EL LUBRICANTE Y LA SUPERFICIE METALICA, PREVIENIENDO ADEMAS LA FORMACION DE IONES. ALGUNA DEHIROXIFOSFINAS ORGANICAS, TRIARYLFOSFATO, CIERTOS COMPUESTOS ACTIVOS DE AZUFRE Y DIAMINAS SON EFECTIVOS DESACTIVADORES.

**L.-ESTABILIZADORES DE COLOR Y TINTES:** GRASAS Y ACEITES LUBRICANTES, ALGUNAS VECES USAN ESTABILIZADORES DE COLOR PARA CONTROLAR LA UNIFORMIDAD DEL COLOR O PREVENIR LOS PRODUCTOS DE LOS CAMBIOS OSCUROS CUANDO SON SOMETIDOS A LA LUZ, CALOR Y OXIDACION. CIERTAS AMINAS COMPLEJAS TALES COMO LAS AMINAS ALIFATICAS Y ALGUNAS DICICLOHEXILAMINAS, ESTABILIZAN AL LUBRICANTE CONTRA LA DETERIORACION DEL COLOR CONTRA LA LUZ, O BIEN POR ACCION DE CALOR EN EL ALMACENAMIENTO U OPERACION.

**M.-ADITIVOS PARA EL CONTROL DEL OLORES:** LA ADICION DE UN AGENTE DE ESTE TIPO, PUEDE DEBERSE A DOS CAUSAS:

PROPORCIONAR UN OLORES AGRADABLE  
ENMASCARAR UN OLORES DESAGRADABLE PROPORCIONANDO AL ACEITE TAL VES POR LA ADICION DE OTRO ADITIVO. POR EJEMPLO; LOS COMPUESTOS DE AZUFRE USADOS EN EXTREMAS PRESIONES DAN UN OLORES DESAGRADABLE. GENERALMENTE ALREDEDOR DE 2.4 gr/bbl ES SUFICIENTE Y PARA ESTE PROPOSITO EL O LOS POLYMEROS DEL FORMALDEHIDO SE EMPLEAN.

**N.-AGENTES ANTISEPTICOS:** CIERTOS ALCOHOLES, FENOLES, COMPUESTOS DE CLORO, SON EFECTIVOS PARA ESTE PROPOSITO.

# C A P I T U L O

## I I

MARCO DE DESARROLLO / DEFINICION DEL PRODUCTO / ANALISIS DE LA OFERTA

Y LA DEMANDA / PROYECCION DE LA OFERTA Y LA DEMANDA / PRECIOS;

ANALISIS, PROYECCION / COMERCIALIZACION.

## 2.1 MARCO DE DESARROLLO

LAS INDUSTRIAS PRODUCTORAS DE ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES, SE HAN ENFRENTADO A UN PROBLEMA EN CUANTO A LA DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA, ES DECIR DE ACEITES BASICOS. AL RESPECTO PEMEX ES LA COMPANIA ENCARGADA DE OBTENER Y DISTRIBUIR LOS ACEITES BASICOS OBTENIDOS DEL PETROLEO DE TERRITORIO NACIONAL. PERO EL ABASTECIMIENTO DE BASICOS POR PARTE DE PEMEX HA SIDO INSUFICIENTE. PROPICIANDO ASI QUE LAS EMPRESAS SE VEAN OBLIGADAS A IMPORTAR ACEITES YA SEA COMO BASICOS O BIEN TERMINADOS, QUE DE UN MODO U OTRO SUS PRECIOS ESTAN POR ENCIMA DE LOS NACIONALES, ORIGINANDO UN MAYOR COSTO PARA LAS EMPRESAS Y UNA SALIDA DE DINERO PARA EL PAIS.

POR OTRO LADO, LA CONTAMINACION QUE IMPLICA EL VERTIR AL DRENAJE, AL RIO, ZANJAS Y LAGOS; EL ACEITE USADO QUE ES RETIRADO DE LAS UNIDADES AUTOMOTRICES, AGRAVAN EN GRAN ESCALA LOS PROBLEMAS YA EXISTENTES DE CONTAMINACION AMBIENTAL. Y NO SOLO ESTO, SINO QUE SE ESTA TIRANDO, POR ASI DECIRLO UN DESECHO QUE PODRIA CONVERTIRSE EN MATERIA PRIMA SI SE LLEVARA A CABO UN BUEN APROVECHAMIENTO DEL MISMO. ESTO DARIA COMO RESULTADO EL ALIVIO EN GRAN MEDIDA A LOS DOS PROBLEMAS ANTERIORMENTE CITADOS. QUE ES EL DE ABASTECIMIENTO DE BASICOS QUE ENCONTRARIA EN LA RE-REFINACION DE ACEITE USADO, UN RESPIRO MAS Y EL DE DISMINUIR EL GRAVE PROBLEMA DE CONTAMINACION AMBIENTAL.

ESTA FASE DEL ESTUDIO INVOLUCRO INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA Y DE CAMPO, CON LA FINALIDAD DE ACERCARNOS LO MAS POSIBLE A LA REALIDAD Y PODER ASI DEFINIR LAS PERSPECTIVAS DE UNA RE-REFINACION DE ACEITE USADO, QUE SEAN SATISFATORIAS PARA ANALISIS POSTERIORES.

## 2.2 DEFINICION DEL PRODUCTO.

EL ACEITE BASICO RE-REFINADO ES EL RESULTADO DE SOMETER UN ACEITE LUBRICANTE USADO A UNA SERIE DE TRATAMIENTOS FISICOS Y/O QUIMICOS, CON LA FINALIDAD DE RE-ESTABLECER SUS PROPIEDADES FISICAS, QUIMICAS Y DE TRANSPORTE ENTRE OTRAS, DE TAL SUERTE QUE SEAN COMPARABLES A LAS DEL ACEITE BASICO VIRGINIA Y ASI PODER ENTONCES UTILIZARLO COMO ACEITE BASICO PARA LA ELABORACION DE ACEITE LUBRICANTE AUTOMOTRIZ TERMINADO.

DE ACUERDO AL USO DEL ACEITE LUBRICANTE BASICO RE-REFINADO, ESTE PUEDE CLASIFICARSE COMO UN BIEN INTERMEDIO CUYAS PROPIEDADES LO SITUAN EN UN PRODUCTO TANGIBLE, CON FACETAS DE CALIDAD, MARCA Y EMPAQUE MUY PROPIAS.

LA CALIDAD DEL PRODUCTO, ES DECIR DEL BASICO RE-REFINADO PODRIA TAL VEZ DEBERSE AL PROCESO DE OBTENCION O DE LA MATERIA PRIMA ENTRE OTROS FACTORES. PERO LO QUE SI ES CIERTO ES QUE SUS PROPIEDADES DEBEN SER COMPARABLES A LAS DEL BASICO VIRGINIA.

POR LO TANTO LAS PROPIEDADES DEL VIRGINIA SON UN PATRON DE REFERENCIA Y PODRIA ENTONCES TOMARCE COMO LA CALIDAD DESEADA DEL PRODUCTO.

EN LA TABLA II.1 SE ENLISTAN LAS PROPIEDADES DEL ACEITE VIRGINIA, CON LO QUE NOS DA UNA IDEA EN CUANTO A PROPIEDADES DEL ACEITE BASICO RE-REFINADO, ESPERAMOS OBTENER. LOS BASICOS POR LO GENERAL SE DISTRIBUYEN EN CARROS-TANQUE Y MUY CONTADAS VECES EN TAMBOS DE 200 LITROS.

TABLA II.1.-

## PROPIEDADES DEL ACEITE VIRGINIA (VIII)

CONCEPTO	UNIDADES	VALOR Y/O OBSERVACION
GRAVEDAD ESPECIFICA		0.878
VISCOSIDAD:		
SUS A 100 ° F		280.00
SUS A 210 ° F		61.20
CCS	POISE	16.20
INDICE DE VISCOSIDAD		178.00
RESIDUO DE CARBON	%	1.10
CENIZAS SULFATADAS	%	1.13
PUNTO DE FLASH	° F	355.00
PUNTO DE CONGELACION	° F	-35.00
NITROGENO	%	0.021
AZUFRE	%	0.30
PENTANOS INSOLUBLES	%	0.05
ANTIESPUMANTES	ppm	NA
NUMERO DE SAPONIFICACION	mg	2.72
DILUCION DE GASOLINA	%	0.40
NUMERO TOTAL DE ACIDO	mg	1.27
NUMERO TOTAL BASICO	mg	6.85
CORROSION		PASA
ESPUMA		PASA
ESTABILIDAD A LA OXIDACION:		
APARIENCIA	LIGERAMENTE OSCURO	
INCREMENTO AL NUMERO DE ACIDO		0.12
INCREMENTO A LOS PENTANOS INSOLUBLES		-0.60
INCREMENTO A LA VISCOSIDAD (SUS, 100 °F)		0.02
CONCENTRACION DE METALES, ppm:		
Ba		162.00
Ca		3,430.00
Mg		20.00
Na		5.00
P		470.00
Zn		359.00
Al		1.00
Cr		0.00
Cu	MENOS DE	1.00
Fe		1.00
K		7.00
Mn	MENOS DE	1.00
Ni		0.00
Pb		0.00
Si		3.00
Sn		0.00
V		0.00

N.A.= NO DISPONIBLE

(VIII) "WASTE LUBRICATING OIL RESEARCH"; SOME INNOVATIVE APPROACHES TO RECLAIMING USED CRANCASE OIL, UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR, PAG 3-4.

## 2.3 ANALISIS DE LA OFERTA Y LA DEMANDA

SE ENTIENDE POR DEMANDA LA CANTIDAD DE BIENES Y/O SERVICIOS QUE EL MERCADO REQUIERE O SOLICITA, PARA BUSCAR LA SATISFACCION DE UNA NECESIDAD ESPECIFICA A UN PRECIO DETERMINADO.

DEMANDA = C.N.A. = PRODUCCION NACIONAL + IMPORTACIONES - EXPORTACIONES.

C.N.A. = CONSUMO NACIONAL APARENTE.

### 2.3.1 COMPORTAMIENTO HISTORICO DE LA OFERTA Y LA DEMANDA.-

CABE HACER MENCION QUE EN RELACION A LA NECESIDAD DE ESTE TIPO DE PRODUCTO SE DEFINE UNA *DEMANDA DE BIEN SOCIAL*, PUES LA SOCIEDAD LO REQUIERE PARA SU DESARROLLO Y EN CUANTO A SU TEMPORABILIDAD SE RECONOCE COMO *DEMANDA CONTINUA*, PUES SE ENCUENTRA NORMALMENTE EN CRECIMIENTO. POR ULTIMO TOMANDO EN CUENTA SU DESTINO PODRIA CONSIDERARSE COMO *DEMANDA DE BIENES INTERMEDIOS*.

NO SE CUENTA CON DATOS ESPECIFICOS DE LA DEMANDA DE ACEITES LUBRICANTES RE-REFINADOS, PERO SABEMOS QUE ESTE ACEITE RE-REFINADO SE UTILIZA COMO ACEITE BASICO EN AQUELLAS EMPRESAS QUE SE ENCARGAN DE ELABORAR ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRIZES TERMINADOS Y ADEMÁS QUE EL CONTENIDO DE ADITIVOS PARA LA FORMULACION DE LOS MISMOS, SON EN CANTIDADES PEQUEÑAS (DEL ORDEN DE PARTES DE MILLON) POR LO QUE SU CONTRIBUCION AL VOLUMEN POR PARTE DE ESTOS ULTIMOS ES MUY PEQUEÑA.

EN LA TABLA II.2 SE DA LA PRODUCCION NACIONAL DE ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRIZES TERMINADOS, ESTA PRODUCCION SE DEBE A:

- A: PRODUCCION DE TERMINADOS POR PARTE DE PEMEX.
- B: PRODUCCION DE BASICOS VENDIDOS POR PEMEX A QUIENES LES AGREGAN LOS ADITIVOS NECESARIOS PARA OBTENER LOS TERMINADOS.
- C: ACEITE RE-REFINADO NACIONAL MAS ADITIVOS
- D: ACEITE BASICO IMPORTADO MAS ADITIVOS

EN LA TABLA II.3 SE MUESTRA LA PRODUCCION DE ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRIZES, TANTO TERMINADOS COMO BASICOS, SIN CONOCER CUANTO ESPECIFICAMENTE DE CADA UNO DE ELLOS. LA PRODUCCION DE ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRIZES POR PARTE DE PEMEX HA SIDO APROXIMADAMENTE EL 69% EN PROMEDIO DEL TOTAL DE SU PRODUCCION, EN LOS AÑOS DE REGISTRO.

EN LA TABLA II.8 SE TABULAN LOS DATOS DE IMPORTACION DE ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRIZES TERMINADOS EN CARRO TANQUE.

POR SU PARTE LA TABLA II.4 MUESTRA LAS CANTIDADES DE ACEITE BASICO IMPORTADO DESDE 1981 A 1990.

LA TABLA II.6 NOS DA EL CONSUMO APARENTE DE ACEITE LUBRICANTE AUTOMOTRIZ TERMINADO:

CONSUMO APARENTE DE ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES TERMINADOS	=	PRODUCCION NACIONAL DE ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES TERMINADOS	+	IMPORTACION DE ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES TERMINADOS	-	EXPORTACION DE ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES TERMINADOS
---	---	--	---	--	---	--

PARA EL CASO DE EXPORTACION DE A.L.A TERMINADOS, SE ENCONTRO EN LAS FUENTES DE INFORMACION QUE NO HAY EXPORTACION DE ACEITE LUBRICANTE NI COMO BASICOS, NI COMO TERMINADOS, POR LO QUE ESTE ULTIMO TERMINO CARECE DE VALOR NUMERICO.

POR OTRO LADO:

PRODUCCION NACIONAL DE A.L.A TERMINADOS	=	A.L.A TERMINADOS POR PEMEX	+	ACEITES BASICOS + PEMEX MAS ADITIVOS	+	ACEITES BASICOS IMPORTADOS MAS ADITIVOS	+	ACEITES RE-REFINADOS MAS ADITIVOS
---	---	----------------------------	---	--------------------------------------	---	---	---	-----------------------------------

CABE HACER RECORDAR QUE LAS CANTIDADES PRESENTES DE ADITIVOS EN EL ACEITE TERMINADO, SON MUY PEQUEÑAS, POR LO REGULAR EXPRESADAS EN ( ppm, mg, etc.) CON LO CUAL LA ECUACION ANTERIOR QUEDARIA COMO:

CANTIDAD DE ACEITE RE-REFINADO PRODUCIDO UTILIZADO COMO BASICO	=	PRODUCCION NACIONAL DE A.L.A. TERMINADOS	-	PRODUCCION DE A.L. DE PEMEX TANTO TERMINADOS COMO BASICOS	-	ACEITE BASICO IMPORTADO
--	---	--	---	---	---	-------------------------

LOS RESULTADOS DE APLICAR ESTA ECUACION SE MUESTRAN EN LA TABLA II.5, POR EJEMPLO:

PARA EL AÑO DE 1981: 103.895 = 731.202 - 348.830 - 278.477

LA TABLA II.6 PROPORCIONA EL CONSUMO APARENTE DE ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES TERMINADOS.

LOS DATOS DE LA TABLA II.7 SON LA DEMANDA INSATISFECHA DE ACEITES BASICOS HASTA 1990. LO QUE EN UN MOMENTO DADO PODRIA SER LA DEMANDA DE ACEITE BASICO RE-REFINADO, COMO MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCION DE ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES TERMINADOS, EN CASO DE CUMPLIR CON LOS ESTANDARES REQUERIDOS



TABLA II.2.-

PRODUCCION NACIONAL DE ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES	
AÑO	PRODUCCION EN MILLONES DE LITROS
1981	731.202
82	715.306
83	717.718
84	631.412
85	602.384
86	575.026
87	731.741
88	784.550
89	726.340
90	877.830

FUENTE: ANIQ: ASOCIACION NACIONAL DE INGENIEROS QUIMICOS  
ANUARIO ESTADISTICO.

TABLA II.3.-

PRODUCCION DE A.L.A. TERMINADOS POR PEMEX. INVOLUCRA BASICOS Y TERMINADOS	
AÑO	PRODUCCION EN MILLONES DE LITROS
1975	318.197
76	328.197
77	294.198
78	308.216
79	297.255
80	300.340
81	348.830
82	313.320
83	264.990
84	273.190
85	268.639
86	256.260
87	276.860
88	304.600
89	300.927
90	303.986

FUENTE: GERENCIA DE VENTAS DE PEMEX.  
ANUARIO ESTADISTICO

TABLA II.4

IMPORTACIONES DE ACEITE BASICO	
ANO	VOLUMEN DE IMPORTACION EN MILLONES DE LITROS
1981	278.477
82	280.535
83	302.927
84	243.069
85	186.212
86	259.436
87	296.911
88	249.804
89	268.517
90	340.330

FUENTE: ANIQ: ASOCIACION DE INGENIEROS QUIMICOS  
DIRECTORIO DE NUMEROS ARANCELARIOS

TABLA II.5.-

PRODUCCION DE ACEITE RE-REFINADO	
ANO	VOLUMEN PRODUCIDO EN MILLONES DE LITROS
1981	103.895
82	121.451
83	149.801
84	115.153
85	147.533
86	59.330
87	157.970
88	230.146
89	156.896
90	233.514

TABLA II.6.-

ANO	VOLUMEN EN MILLONES DE LITROS
1981	741.922
82	727.161
83	727.487
84	652.605
85	621.910
86	582.695
87	738.140
88	791.114
89	744.677
90	897.350

TABLA II.7.-

ANO	VOLUMEN EN MILLONES DE LITROS
1981	289.197
82	292.390
83	312.696
84	264.262
85	205.738
86	267.105
87	303.310
88	256.368
89	286.854
90	359.850

TABLA II.8.-

IMPORTACION DE ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES TERMINADOS	
AÑO	VOLUMEN IMPORTADO EN MILLONES DE LITROS
1981	10.720
82	11.855
83	9.769
84	21.193
85	19.526
86	7.669
87	6.399
88	6.564
89	18.337
90	19.520

FUENTE: ANIQ: ASOCIACION NACIONAL DE INGENIEROS QUIMICOS  
DIRECTORIO DE NUMEROS ARANCELARIOS.

### 2.3.2 DISTRIBUCION GEOGRAFICA DEL MERCADO DE CONSUMO

EL PODER REUNIR INFORMACION SOBRE LA LOCALIZACION DE CONSUMIDORES ACTIVOS Y POTENCIALES , PUEDE EN UN MOMENTO DADO DAR UNA IDEA, NO SOLO DEL TAMAÑO DEL MERCADO Y SU UBICACION, SINO TAMBIEN CUANTOS Y DE QUE FORMA SE ENCUENTRAN DISTRIBUIDOS, EL ORIGEN Y DESTINO DE CADA UNO DE ELLOS ( SI ES QUE SE CUENTA CON LA INFORMACION).

TAMBIEN ESTA INFORMACION PODRA SERVIR DE ELEMENTO DE CRITERIO DE SELECCION DE LA POSIBLE UBICACION DE UN PROYECTO NUEVO. O TAL VEZ DE UNA RE- UBICACION.

DE ACUERDO A LOS DATOS PROPORCIONADOS DE LA TABLA II.9 SE PUEDE OBSERVAR QUE LA DEMANDA EN ESTE CASO ES DEL TIPO CONCENTRADA Y EN SU MAYOR PROPORCION; INTERNA.

COMO SE APRECIA DE LA LOCALIZACION DESCRITA, EN LA MISMA TABLA II.9 DE CADA UNA DE LAS COMPANIAS, LA MAYOR CANTIDAD DE CONSUMIDORES SE ENCUENTRAN CONCENTRADOS EN LA PARTE NORTE Y CENTRO DEL PAIS, CASI EL 70 % PARA ESTE ULTIMO CASO.

LA MAYORIA DE LAS COMPANIAS CONSUMIDORAS SON DE NATURALEZA EXTRANJERA. POCOS SON LOS NACIONALES.

EN CIERTA MANERA ES EXPLICABLE LA CONCENTRACION GEOGRAFICA DE LA EMPRESAS EN EL NORTE Y CENTRO DEL PAIS, PUES LOS GRANDES CORREDORES INDUSTRIALES, LOS MEJORES SISTEMAS DE COMUNICACION, LOS PROVEEDORES DE MATERIA PRIMA, LOS PROVEEDORES DE TECNOLOGIA , ETC. ESTAN OBTIAMENTE EN SU MAYORIA, PRECISAMENTE EN ESA ZONA GEOGRAFICA.

TABLA II.9.-

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DEL MERCADO DE CONSUMO		
COMPANIA	CAPACIDAD INSTALADA MILLONES.DE LTS./AÑO	LOCALIZACION
BARDAHL	18.0	MEXICO, D.F.
INDUSTRIA QUIMICA AUTOMOTRIZ	10.0	MONTERREY NUEVO LEON
IND.QUIMICA INTERNACIONAL MEXICO	15.0	NAUCALPAN DE JUAREZ
LLANTAS Y VEHICULOS	50.0	STA.CLARA EDO.DE MEXICO
MANUFACTURERA DE ESPECIALIDADES	60.0	CUAUTITLAN,EDO.DE MEX.
ROSHFRANS	4.5	MEXICO, D.F.
ADITIVOS INDUSTRIALES	35.0	EDO. DE MEXICO.
ADITIVOS DEPORTIVOS	45.0	MEXICO,D.F.
CIA.GRAL.DE LUBRICANTES	24.0	MEXICO,D.F.
COMERCIAL IMPORTADORA	40.0	EDO.DE MEXICO.
DISTRIBUIDORA INTERNACIONAL	18.0	MEXICO,D.F.
ESPECIALIDADES DE LUBRICANTES	17.0	JALISCO.
ESPECIALIDADES QUIMICAS MONTERREY	20.0	MONTERREY, N.L.
GENERAL DE ADITIVOS	13.0	JALISCO.
GRUPO INDUSTRIAL BALFAX	20.0	JALISCO.
HOPA S.A.	9.9	JALISCO.
INDUSTRIAL DE COMPUESTOS QUIMICOS	30.0	JALISCO.
INDUSTRIAS ROUX	6.0	JALISCO.
KAELEM	21.0	MEXICO,D.F.
LABDECO	43.0	MONTERREY,N.L.
LUBRIMEX, S.A.	17.6	LEON, GTO.
MERCEDES DE MEXICO	3.3	JALISCO.
MEXTRA,S.A.	2.5	MEXICO,D.F.
RALOY LUBRICANTES	56.0	EDO.DE MEXICO.
TECNIQUIMIA MEXICANA	51.0	MONTERREY.
HERERA REAL JESUS		MEXICO,D.F.
HIDRO LUB		MEXICO,D.F.
IND.QUIM.VALLE DE CUERNAVACA		MEXICO,D.F.
LUBSA		MEXICO,D.F.
MOBIL OIL DE MEXICO		MEXICO,D.F.
POLUX S.A.	3.7	MEXICO,D.F.
DR.JUAN SODI	2.0	EDO.DE MEXICO.
VIXTAM	0.1	EDO.DE MEXICO.
ING.JAVIER DE LA TORRE	1.0	EDO.DE MEXICO.
RET-OIL TOLEDO E HIJOS	1.0	EDO.DE MEXICO.
OTROS	7.7	NORTE DEL PAIS

FUENTE: DIRECTORIO DE SOCIOS DE CANACINTRA  
DIRECTORIO DE SOCIOS DE ANIQ.

### 2.3.3 DISTRIBUCION DE OFERTANTES DE ACEITES BASICOS.-

PARA EL CASO DE LA OFERTA SE APRECIA DE LA TABLA II.10 QUE ESTA ES UNA OFERTA COMBINADA AUNQUE SEA PREDOMINANTEMENTE INTERNA.

EN RAZON DE LA DISTRIBUCION DE LOS OFERTANTES ES OLIGOPOLICA, PUES ESTOS ESTAN CONCENTRADOS EN PEQUEÑOS GRUPOS.

A CONTINUACION SE ENLISTAN LAS COMPAÑIAS QUE OFRECEN ACEITES BASICOS Y TERMINADOS, SU CAPACIDAD INSTALADA Y SU LOCALIZACION.

TABLA II.10

DISTRIBUCION DE OFERTANTES DE ACEITES BASICOS		
COMPANIA	CAPACIDAD INSTALADA MILL.DE LT/ AÑO.	LOCALIZACION
IN.SALAS	5	MEXICO,D.F.
TEXACO	45	QUERETARO
CIA.REFINADORA TECNICA S.A.		MEXICO,D.F.
DISTRIBUIDORA LUBRICANTEX S.A.		EDO.DE MEXICO.
ECOLOGIA Y LUBRICANTES		EDO.DE MEXICO.
LUBSA	2	EDO.DE MEXICO.
PROCESADORA BLEN	1	EDO.DE MEXICO.
IND.NAC.DE LUB. S.A.	30	EDO.DE MEXICO.
PEMEX		SALAMANCA
PEMEX		TULA
ALCANOS MONTERREY		MONTERREY
MERCEMEX		GUADALAJARA
REFINACION AGUILAR		EDO.DE MEXICO.

FUENTE: DEPTO DE VENTAS DE PEMEX.

DE LOS DATOS PROPORCIONADOS EN LAS TABLAS II.2 A LA II.10, SE PUEDE OBSERVAR QUE LA DEMANDA DE ACEITES LUBRICANTES VA EN AUMENTO, LO QUE IMPLICA UN CONSIDERABLE INCREMENTO EN LAS IMPORTACIONES, TANTO TERMINADOS COMO BASICOS, NUMERICAMENTE LAS IMPORTACIONES REPRESENTAN EL 40 % DEL CONSUMO APARENTE, QUE ES UNA CANTIDAD BASTANTE CONSIDERABLE.

TAMBIEN DE LOS DATOS SE DESPRENDE QUE LA CAPACIDAD INSTALADA DE LAS EMPRESAS QUE ELABORAN ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES TERMINADOS ES MUCHO MAYOR QUE LA DE LOS OFERTANTES, CASI 1.7 VECES LA DE ESTA ULTIMA.

TODO LO ANTERIOR INDICA LA GRAN NECESIDAD DE IMPLEMENTAR Y APOYAR PROYECTOS PARA LA RE-REFINACION DEL ACEITE LUBRICANTE USADO.

## 2.5 PROYECCION DE LA OFERTA Y LA DEMANDA

SE PROCEDIO CON LOS DATOS OBTENIDOS A HACER UN ANALISIS DE REGRESION Y CORRELACION, CON DOS VARIABLES Y MULTIVARIABLE, SEGUN EL CASO. LAS VARIABLES QUE SE EMPLEARON FUERON AQUELLAS QUE SE CONSIDERARON QUE DE ALGUNA MANERA INFLUIAN EN EL COMPORTAMIENTO DE ESTOS. PARA ELLO SE GRAFICARON LOS DATOS Y OBSERVANDO EL COMPORTAMIENTO DE LOS MISMOS SE PROBARON MODELOS DE ECUACIONES, TALES COMO EXPONENCIAL, LOGARITMICA, POTENCIAL, LINEAL Y EN ALGUNOS CASOS UN COMPORTAMIENTO NO MUY DEFINIDO OBLIGO A TRATAR CON MODELOS MULTIVARIABLES. POR LO GENERAL SE CALCULARON DOS O MAS MODELOS DE ECUACIONES HASTA LOGRAR QUE EL COEFICIENTE DE CORRELACION FUERA EL MAS ELEVADO POSIBLE, AUNADO CON ESTO EL DE CONTRASTAR EL COMPORTAMIENTO GRAFICO TANTO DE LOS DATOS HISTORICOS COMO EL DE LOS GENERADOS POR LA ECUACION CORRESPONDIENTE.

A CONTINUACION SE TABULAN LOS DATOS HISTORICOS Y LOS PRONOSTICADOS, ASI COMO TAMBIEN LA RESPECTIVA GRAFICA DE ESTOS VALORES A FIN DE VISUALIZAR LOS CONTRASTES.

LA TABLA SE HACE ACOMPANAR DE LOS TIPOS DE REGRESION A QUE FUERON SOMETIDOS LOS DATOS, EL TIPO DE ECUACION QUE DESCRIBE MAS ESTRECHAMENTE LA RELACION Y SU RESPECTIVO COEFICIENTE DE CORRELACION, CORRESPONDIENDO AL MAS ALTO VALOR OBTENIDO DE LOS TRATAMIENTOS ESTADISTICOS PROVAADOS.

LOS DATOS DE :

- PRODUCCION DE LUBRICANTES POR PEMEX
- IMPORTACION DE ACEITES BASICOS
- PRODUCCION DE ACEITE RE-REFINADO
- IMPORTACION DE ACEITES LUBRICANTES TERMINADOS

FUERON PROYECTADOS CON SU RESPECTIVA ECUACION, CON LA METODOLOGIA ANTERIORMENTE DESCRITA.

MIENTRAS QUE LOS VALORES DE: PRODUCCION NACIONAL DE LUBRICANTES SE CALCULARON COMO SE INDICA EN LA TABLA II.5, ALGO SIMILAR SE PROCEDIO HACER CON EL CONSUMO APARENTE. ES DECIR RESTANDO O SUMANDO LOS VALORES DE LAS VARIABLES DE QUE DEPENDEN.



TABLA II.11

PROYECCION DE LA PRODUCCION NACIONAL DE ACEITES  
LUBRICANTES AUTOMOTRICES TERMINADOS

AÑOS	PRODUCCION NACIONAL DE ACEITES LIBRICANTES TERMINADOS HISTORICA" MILL. DE LITROS * 10 EXP (-3)	PROYECCION DE PRODUCCION NACIONAL DE ACEITES LUB. TERMINADOS EN MILL.DE LTS. * 10 EXP (-3)
1981	731,202	726,477
1982	715,306	710,925
1983	717,718	648,803
1984	631,412	665,715
1985	602,384	683,472
1986	575,026	700,139
1987	731,741	725,883
1988	784,550	756,063
1989	726,340	786,341
1990	877,830	809,983
1991		840,131
1992		866,510
1993		904,939
1994		940,192
1995		986,160
1996		1,017,248
1997		1,059,442
1998		1,106,987
1999		1,152,226
2000		1,203,318

NOTA:  
SE ANEXA GRAFICA CORRESPONDIENTE

PROYECCIÓN DE LA FICHA DE PONDIC  
FIGURA 11.12

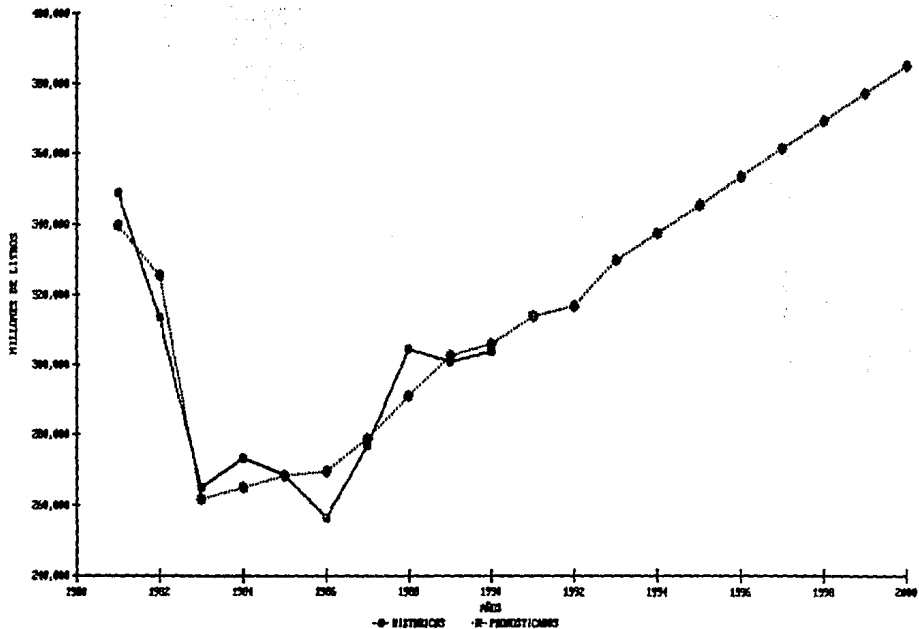


TABLA II.12

PROYECCION DE LA PRODUCCION DE ACEITES LUBRICANTES  
 PRODUCIDOS POR PEMEX (BASICOS Y TERMINADOS)

ANOS	PRODUCCION DE PEMEX HISTORICA EN MILLONES DE LITROS. * 10 EXP (-3)	PROYECCION DE PRODUCCION DE PEMEX EN MILLONES DE LITROS * 10 EXP. (-3)
1981	348,830	339,710
1982	313,320	325,447
1983	264,990	261,562
1984	273,190	264,980
1985	268,639	268,316
1986	256,260	269,562
1987	274,860	278,793
1988	304,600	291,283
1989	300,927	302,577
1990	303,986	306,131
1991		314,076
1992		316,896
1993		329,966
1994		337,911
1995		345,855
1996		353,800
1997		361,745
1998		369,690
1999		377,635
2000		385,579

## ECUACION:

$$Y = 29,900.8850 - 14.2631X^2 - 1.1783 \cdot 10^4 \cdot X^3$$

## DONDE:

X2 = ANOS  
 X3 = RESERVAS DE CRUDO  
 COEF. DE CORREL. = 0.90

PROYECCION DE PRODUCCION INC. DE A.L.T.  
FIGURA 11.11

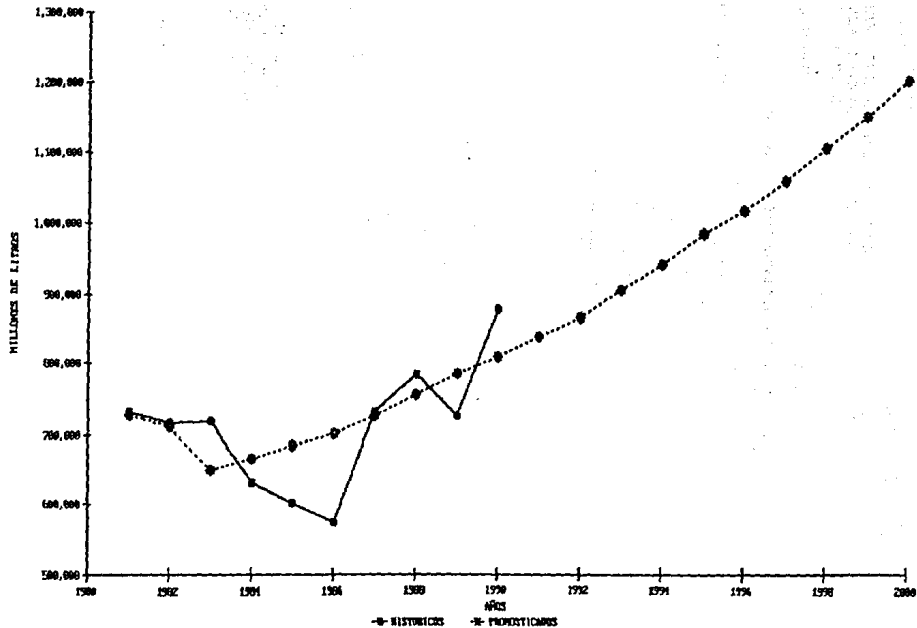


TABLA II.13

## PROYECCION DE LA IMPORTACION DE ACEITES BASICOS.

ANOS IMPORTACION HISTORICA DE ACEITES BASICOS MILLONES DE LITROS	PROYECCION DE LA IMPORTACION HISTORICA DE ACEITES BASICOS MILLONES DE LITROS	PROYECCION DE LA IMPORTACION HISTORICA DE ACEITES BASICOS MILLONES DE LITROS
* 10 exp (-3)	* 10 exp (-3)	* 10 exp (-3)
1981	278,477	281,328
1982	280,535	270,927
1983	302,927	262,789
1984	243,069	265,531
1985	186,212	268,263
1986	254,436	270,989
1987	296,911	273,710
1988	249,804	276,415
1989	268,517	279,119
1990	340,330	281,819
1991		284,509
1992		287,192
1993		289,871
1994		292,539
1995		303,793
1996		297,853
1997		300,505
1998		303,147
1999		305,778
2000		308,408

## ECUACION TRIPLE:

$$Y = 22,545.7629 - 11.2393X2 + 0.005X3$$

DONDE:

X2 = ANOS

X3= INDICE NACIONAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR  
(SECTOR POR ORIGEN)

COEF.DE CORREL. = 0.7801

PROY. DE PROD. DE ACEITE DE-MOTROR  
FIGURA 11.14

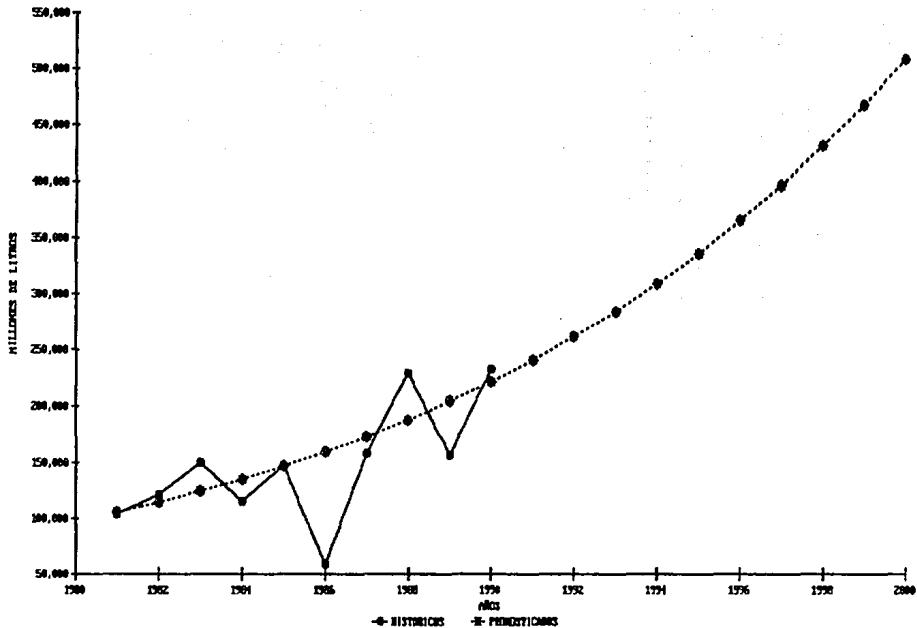


TABLA II.14

## PROYECCION DE LA PRODUCCION DE ACEITE RE-REFINADO.

ANO	PRODUCCION HISTORICA DE ACEITE RE-REFINADO MILLONES DE LITROS.	PROYECCION DE LA PRODUCCION HISTORICA DE ACEITE RE-REFINADO MILLONES DE LITROS.
	* 10 EXP (-3)	* 10 EXP (-3)
1981	103,895	105,439
1982	121,451	114,551
1983	149,801	124,452
1984	115,153	135,204
1985	147,533	146,893
1986	59,330	159,588
1987	157,970	173,380
1988	230,146	188,365
1989	156,896	204,645
1990	233,514	222,033
1991		241,546
1992		262,422
1993		285,102
1994		309,742
1995		336,512
1996		365,595
1997		397,192
1998		431,519
1999		468,813
2000		509,331

## ECUACION EXPONENCIAL:

$$Y = 10^{(-69.293 + 0.036 X)}$$

COEF.DE CORREL.= 0.895

PROYECCION DE LA INFORMACION DE BASTOS  
FIGURA 11.13

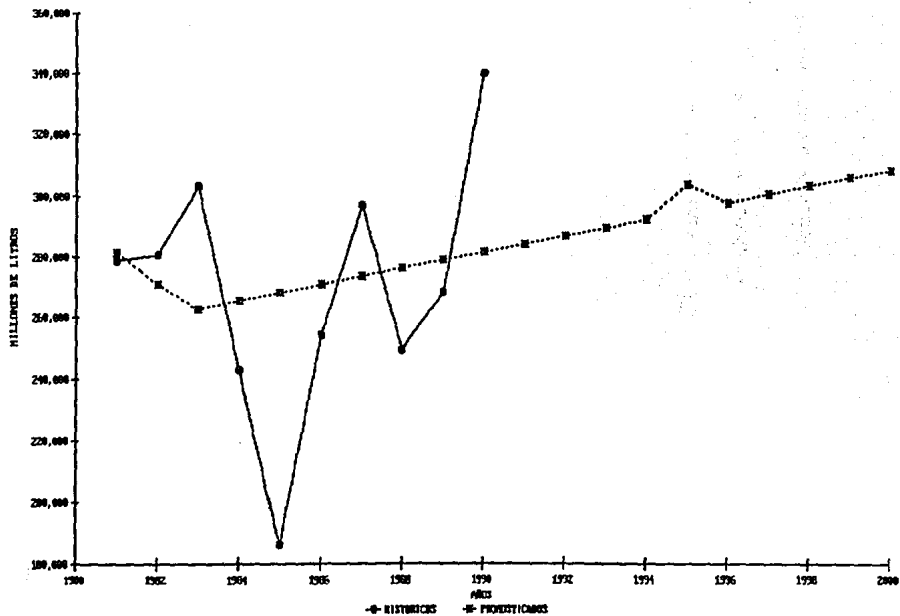




TABLA II.15

PROYECCION DE LOS DATOS DE IMPORTACION DE ACEITES  
LUBRICANTES AUTOMOTRICES TERMINADOS.

ANOS	DATOS HISTORICOS DE IMPORTACION DE ACEITES LUBRICANTES TERMINADOS MILLONES DE LITROS * 10 EXP (-2)	PROYECCION DE IMPORTACION DE ACEITES LUBRICANTES TERMINADOS. MILLONES DE LITROS * 10 EXP (-2)
1981	1000	3939
1982	1200	3949
1983	1000	2761
1984	2100	2172
1985	1900	1588
1986	700	1045
1987	700	684
1988	700	597
1989	800	706
1990	1000	1075
1991		1621
1992		2384
1993		3362
1994		4466
1995		5866
1996		7482
1997		9314
1998		11362
1999		13485
2000		15804

ECUACION:

$$Y = 11,732.8319 - 5.9028X^2 + 1.5306 * 10^{-6} X^3$$

DONDE:

X<sup>2</sup> = ANOS

X<sup>3</sup> = PARIDAD PESO-DOLAR.

COEF.DE CORREL. = 0.943

PROYECCION DEL PRECIO DE BARRIL DE PET  
FIGURA 11.13

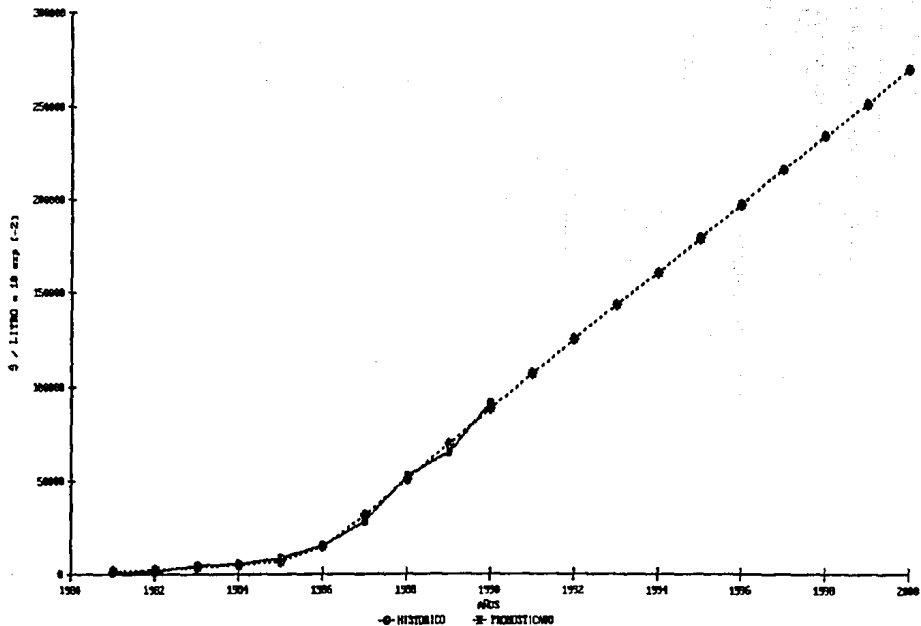


TABLA II.16

PROYECCION DEL CONSUMO APARENTE DE AC. LUBRICANTES  
TERMINADOS.

ANO	CONSUMO APARENTE HISTORICO MILLONES DE LITROS. * 10 EXP (-3)	PROYECCION DEL CONSUMO APARENTE. MILLONES DE LITROS. * 10 EXP (-3)
1981	741,922	765,867
1982	727,161	744,415
1983	727,487	676,413
1984	652,605	687,435
1985	621,910	699,352
1986	582,695	710,589
1987	738,140	732,723
1988	791,114	762,033
1989	744,677	793,401
1990	897,350	820,733
1991		856,341
1992		890,350
1993		938,559
1994		984,852
1995		1,044,820
1996		1,092,068
1997		1,152,582
1998		1,220,076
1999		1,287,076
2000		1,361,358

CONSUMO = PRODUCCION + IMPORTACION -EXPORTACION  
 APARENTE NACIONAL DE DE ACEITES DE ACEITES  
 DE ACEITES ACEITES LUBRICANTES LUBRICANTES  
 LUBRICANTES LUBRICANTES TERMINADOS TERMINADOS  
 TERMINADOS TERMINADOS

PERCEPCION DE LA FUERZA IDENTIFICADA  
FIGURA 11.17

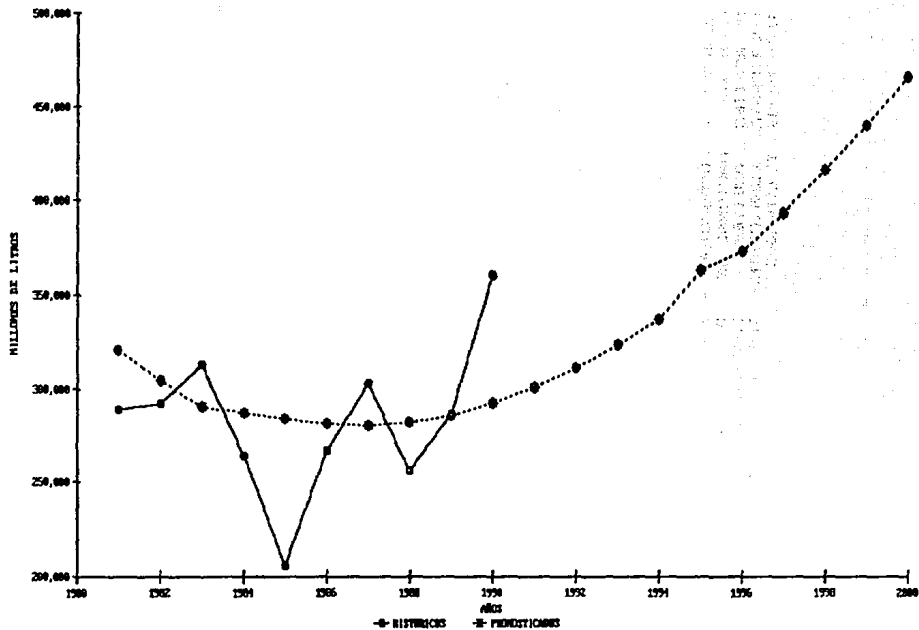
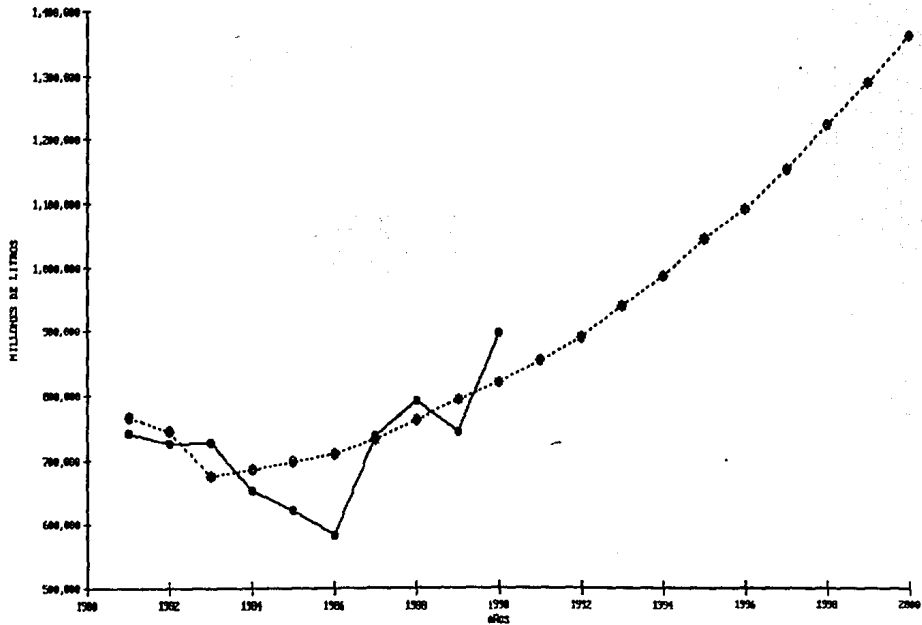


TABLA II.17

## PROYECCION DE LA DEMANDA INSATISFECHA DE BASICOS

ANOS	DEMANDA INSATISFECHA MILLONES DE LITROS. * 10 EXP (-3)	PROYECCION DE LA DEMANDA INSATISFECHA. MILLONES DE LITROS. * 10 EXP (-3)
1981	289,197	320,718
1982	292,390	304,417
1983	312,696	290,399
1984	264,262	287,251
1985	205,738	284,143
1986	267,105	281,439
1987	303,310	280,550
1988	256,368	282,385
1989	286,854	286,179
1990	359,850	292,569
1991		300,719
1992		311,032
1993		323,491
1994		337,199
1995		362,453
1996		372,673
1997		393,645
1998		416,767
1999		440,628
2000		466,448

ESTRUC. DEL CONSUMO AGRÍCOL DE TIERRA.  
FIGURA 11.15



## 2.5 PRECIOS; ANALISIS, PROYECCION

ES LA CANTIDAD MONETARIA A QUE LOS PRODUCTORES ESTAN DISPUESTOS A VENDER Y LOS CONSUMIDORES A COMPRAR UN BIEN O UN SERVICIO.

EN MATERIA DE BIENES, LAS MODALIDADES MAS COMUNES DE FIJACION DE PRECIOS SON LAS SIGUIENTES:

- PRECIO EXISTENTE EN EL MERCADO INTERNO
- " DE SIMILARES IMPORTADOS
- " FIJADOS POR EL SECTOR PUBLICO
- " ESTIMADO EN FUNCION DE LOS COSTOS DE PRODUCCION.
- " ESTIMADO EN FUNCION DE LA DEMANDA ( PRECIO ELASTICO)
- " DEL MERCADO INTERNACIONAL
- " REGIONAL

SON EL CUARTO Y QUINTO TIPO DE PRECIOS, LOS QUE ESTAN DIRECTAMENTE RELACIONADOS CON EL PROYECTO MISMO. Y SERAN LOCALIZADOS EN LA ETAPA DE ESTUDIO ECONOMICO.

DENTRO DE LOS PRECIOS DE MERCADO INTERNO SE ENCUENTRAN LOS DE LOS ACEITES TERMINADOS QUE OFRECEN LAS DIFERENTES COMPANIAS. LOS ACEITES BASICOS Y TERMINADOS DE IMPORTACION SON UN CLARO EJEMPLO DE LOS PRECIOS INTERNACIONALES Y DE IMPORTACION.

MIENTRAS QUE LOS DE ACEITE USADO, EJEMPLIFICAN LOS PRECIOS FIJADOS POR EL SECTOR PUBLICO.

CONOCER LOS PRECIOS TANTO DE MATERIA PRIMA COMO DE LOS PRODUCTOS ES DE SUMA IMPORTANCIA, PUES LOS PRIMEROS SERVIRAN DE ELEMENTO PARA CUANTIFICAR LOS COSTOS DE PRODUCCION Y LOS SEGUNDOS PARA COMPARAR Y DETERMINAR UNA TASA DE GANANCIA.

SE TABULARON Y SE GRAFICARON DATOS HISTORICOS, ASI COMO TAMBIEN SE PROYECTARON LOS MISMOS CON LAS VARIABLES QUE DE UN MODO U OTRO PODIAN REPERCUTIR EN ESOS VALORES Y CUYA RELACION FUERA LA MAS ESTRECHA.

SE PODRA OBSERVAR EN LAS FIGURAS RESPECTIVAS QUE LOS DATOS PROYECTADOS, DE ACUERDO A LA ECUACION SELECCIONADA DE UNA SERIE DE TRATAMIENTOS ESTADISTICOS, SE APROXIMA AL MAXIMO A LOS VALORES HISTORICOS PARA CADA CASO.

TABLA II.18

## PROYECCION DEL PRECIO DEL BASICO DE IMPORTACION.

ANOS	PRECIOS HISTORICOS DEL BASICO DE IMPORTACION" \$/LITRO * 10 exp (-2)	PROYECCION DEL PRECIO DEL BASICO DE IMPORTACION \$/LITRO * 10 exp (-2)
1981	944	1275
1982	1210	2086
1983	4372	3675
1984	5646	4872
1985	8678	6957
1986	15205	14728
1987	28282	31372
1988	52580	51070
1989	65362	69586
1990	92013	88795
1991		107138
1992		125481
1993		143824
1994		161302
1995		179688
1996		197988
1997		216331
1998		234674
1999		252152
2000		269629

## ECUACION:

$$Y = .3271.6978 + 1.6553X2 + 0.2164X3$$

## DONDE:

X2 = ANOS

X3 = PARIDAD PESO DOLAR

COEF.DE CORREL.= 0.9951



PROYECCION DE LA TENDENCIA DE VENTILADORES  
FIGURA 11.15

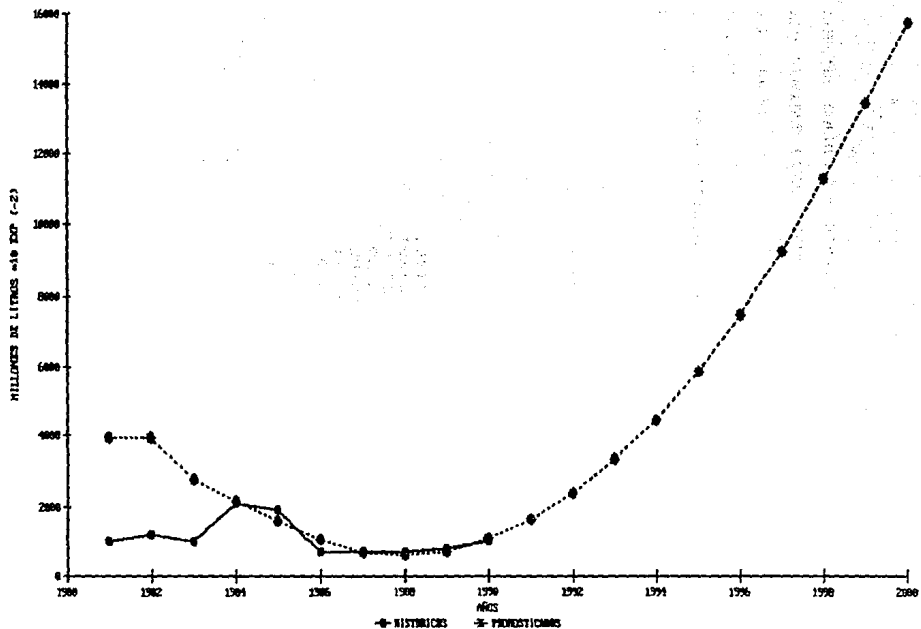


TABLA II.19

## PROYECCION DEL PRECIO DE TERMINADO DE IMPORTACION

ANOS	PRECIO HISTORICO DEL TERMINADO DE IMPORTACION "\$ / LITRO *10 EXP (-2)	PROYECCION DEL PRECIO DEL TERMINADO DE IMPORTACION \$ / LITRO 10 EXP (-2)
1981	1831	1659
1982	2541	3255
1983	7940	6955
1984	10424	9544
1985	16048	14631
1986	38359	35033
1987	68129	79410
1988	257157	132066
1989	149177	181472
1990	161111	232777
1991		281745
1992		330712
1993		379679
1994		426307
1995		475274
1996		524241
1997		573208
1998		622175
1999		668803
2000		715431

## ECUACION:

$$Y = 2929.9979 - 1.4779 X2 + 0.5846 X3$$

DONDE:

X2 = ANOS

X3= PARIDAD PESO DOLAR

COEF.DE CORREL. = 0.9742

PRECIO DEL PETRÓLEO NACIONAL  
FIGURA 11.20

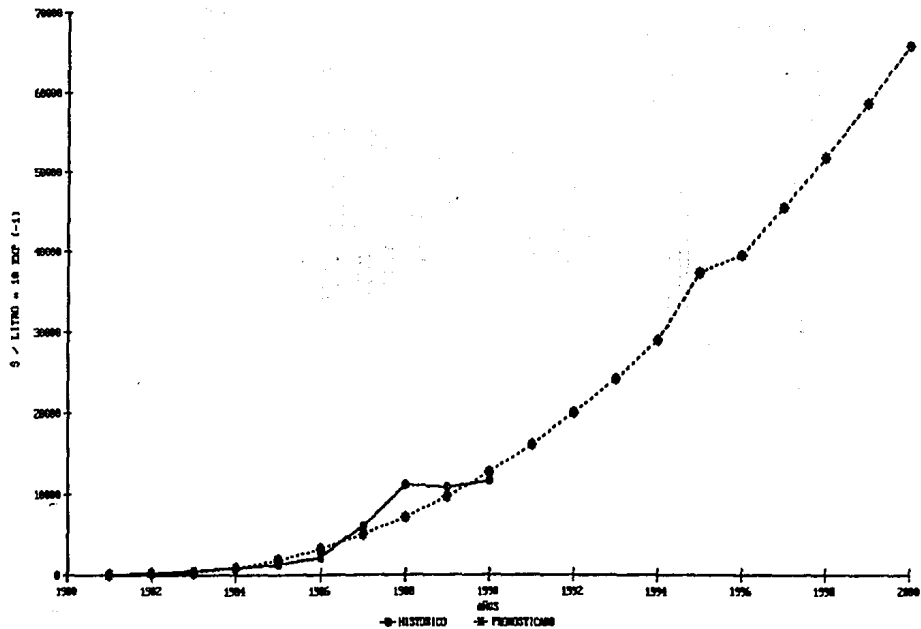


TABLA II.20

## PROYECCION DEL PRECIO DE TERMINADO NACIONAL

ANOS	PRECIO POR LITRO DEL TERMINADO NACIONAL \$/ LITRO * 10 EXP (-1)	PROYECCION DEL PRECIO DEL TERMINADO NACIONAL \$/ LITRO * 10 EXP (-1)
1981	133	17
1982	175	167
1983	531	336
1984	805	834
1985	1272	1755
1986	2068	3098
1987	5869	4864
1988	11118	7049
1989	10841	9655
1990	11705	12682
1991		16126
1992		19989
1993		24271
1994		28969
1995		37363
1996		39614
1997		45562
1998		51923
1999		58696
2000		65886

ECUACION:

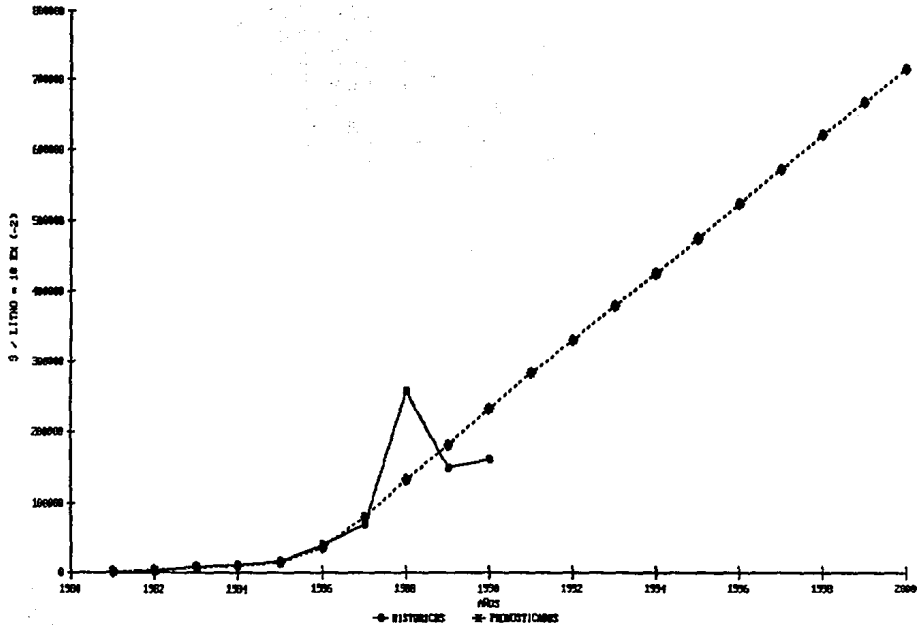
$$Y = -29370.994 + 14.8272X2 + 3.0432 * 10^{-6} X3^2$$

DONDE:

X2 = ANOS

X3 = INDICE NACIONAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR  
"POR SECTOR."

EFECTO DEL TERMINO DE EFORTACION  
FIGURA 11.19



**ANALISIS DE LOS DATOS:**

DE ACUERDO A LOS DATOS DE LAS TABLAS ANTERIORES SE PUEDE OBSERVAR, QUE EL MONTO DE LAS IMPORTACIONES DE ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES BASICOS ES SIGNIFICATIVO, APROXIMADAMENTE EL 38 % PROMEDIO EN LOS ULTIMOS DIEZ AÑOS.

MIENTRAS QUE LA PRODUCCION DE ACEITE LUBRICANTE AUTOMOTRIZ RE-REFINADO SOLO REPRESENTA EL 21 % EN PROMEDIO DE ESOS 10 AÑOS. LO QUE EN UN MOMENTO DADO DEJA ENTREVER EL POCO INTERES HASTA AHORA POR LA VIA DE LA RE-REFINACION COMO UNA ALTERNATIVA DE OBTENCION DE MATERIA PRIMA.

PERO TAMBIEN SE PUEDE OBSERVAR QUE HAY UNA DEMANDA INSATISFECHA DE BASICOS DE MAS DEL 60 %, LO QUE SIGNIFICA UN MERCADO ATRACTIVO PARA LA INVERSION.

LOS DATOS TAMBIEN REFLEJAN QUE LA MAYORIA DE LOS PRODUCTORES Y CONSUMIDORES DE ACEITE LUBRICANTE AUTOMOTRIZ BASICO ESTAN LOCALIZADOS EN LA PARTE CENTRO Y NORTE DEL PAIS.

EN CUANTO A CIFRAS DE PRECIOS, SE PUEDE APRECIAR QUE EL PRECIO DE TERMINADO DE IMPORTACION ES EL DOBLE EN PROMEDIO DEL BASICO DE IMPORTACION.

POR OTRO LADO LA DIFERENCIA QUE EXISTE ENTRE EL PRECIO DEL TERMINADO NACIONAL CON RESPECTO AL DE IMPORTACION ES DEL 41 % MAS CARO ESTE QUE AQUEL.

ESTOS DATOS SON IMPORTANTES PARA LA DETERMINACION DEL PRECIO DEL PRODUCTO, ESTABLEIDO EN EL CAPITULO V.

## 2.6 COMERCIALIZACION

LA COMERCIALIZACION ES LA ACTIVIDAD QUE PERMITE AL PRODUCTOR HACER LLEGAR UN BIEN O UN SERVICIO AL CONSUMIDOR CON LOS BENEFICIOS DE TIEMPO Y LUGAR.

ESTO QUIERE DECIR QUE LA COMERCIALIZACION NO SOLO ES UNA SIMPLE TRANSFERENCIA DE PRODUCTOS HASTA LAS MANOS DEL CONSUMIDOR; SINO QUE SIGNIFICA COLOCAR EL BIEN O EL SERVICIO HASTA EL CONSUMIDOR O USUARIO EN EL SITIO, MOMENTO Y PRECIO ADECUADO, PARA DAR AL CONSUMIDOR LA SATISFACCION QUE EL ESPERA DEL BIEN O SERVICIO.

NORMALMENTE NINGUNA EMPRESA TIENE LA CAPACIDAD ADMINISTRATIVA, PARA OFRECER DIRECTAMENTE A LOS CONSUMIDORES SU BIEN O SERVICIO, SINO QUE SE HACE NECESARIO LA INTERVENCION DE LOS LLAMADOS "INTERMEDIARIOS".

ESTOS INTERMEDIARIOS PUEDEN SER DE DOS TIPOS; AGENTES Y COMERCIANTES. LOS PRIMEROS NO ADQUIEREN NINGUN PRODUCTO SOLO SIRVEN DE "CONTACTO" ENTRE LOS CONSUMIDORES Y LA EMPRESA, MIENTRAS QUE LOS SEGUNDOS SI ADQUIEREN PRODUCTOS.

LA MAYORIA DE LAS EMPRESAS DE ESTE RAMO EMPLEAN UNA CADENA DE COMERCIALIZACION, COMO SIGUE:

### PRODUCTOR - AGENTE - MAYORISTAS - MINORISTAS - CONSUMIDORES.

LA SELECCION DE UN TIPO DE CADENA DE COMERCIALIZACION DEBE ATENDER TRES ASPECTOS MUY IMPORTANTES QUE SON:

**COBERTURA DEL MERCADO:** TAL VEZ LA PROPUESTA TENDRA COMO CONSECUENCIA ENCAJERAR EL PRECIO FINAL DEL PRODUCTO, PERO ES LA OPCION QUE ABARCA MAS MERCADO.

**CONTROL SOBRE EL PRODUCTO:** DECIDIDAMENTE EL CONTROL PARA ESTA PROPUESTA, ES ESCASO.

**COSTOS:** AUN CUANDO PARECIESE SER CARO PARA LA EMPRESA ESTE SISTEMA DE CADENA, NO LO ES, PUES, PARA ELLA ES MUCHO MAS FACIL Y COSTEABLE A TENDER UNOS CUANTOS MAYORISTAS QUE UN SIN NUMERO DE MINORISTAS.

ESTA PROPUESTA SERIA VALIDA CUANDO DESPUES DE OBTENER EL ACEITE RE-REFINADO BASICO SE FORMULARA CON ADITIVOS. PERO EN EL CASO DE VENDER SOLO EL RE-REFINADO COMO BASICO, UNA PROPUESTA SERIA:

### PRODUCTOR - AGENTE - USUARIO INDUSTRIAL.

# C A P I T U L O

## I I I

DESCRIPCION DE LOS PROCESOS / ANALISIS DE LOS PROCESOS, SELECCION DE LA(S) ALTERNATIVA(S) / CARACTERIZACION DE LA ALIMENTACION / PRUEBAS PARA PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS PARA ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES / QUE LE OCURRE A UN LUBRICANTE CUANDO ESTA EN SERVICIO



### 3.1 DESCRIPCION DE LOS PROCESOS DE RE-REFINACION

LA RE-REFINACION DE LOS ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES USADOS, HA DESPERTADO GRAN INTERES EN LOS ULTIMOS 30-40 AÑOS. AL PARECER SE HA TOMADO CONCIENCIA SOBRE LA GRAN IMPORTANCIA QUE SE TIENE EL PODER APROVECHAR UNA MATERIA PRIMA, QUE HASTA ENTONCES SE HABIA CONSIDERADO COMO MATERIAL DE DESECHO.

LAS VENTAJAS DE LA RE-REFINACION DEL ACEITE USADO SON NUMEROSAS, PERO DENTRO DE LAS MAS IMPORTANTES DESTACAN; EL APROVECHAMIENTO DE UN RECURSO NO RENOVABLE Y EL ALIVIO EN GRAN MEDIDA A LOS YA GRAVES PROBLEMAS DE CONTAMINACION.

SE HAN HECHO INVESTIGACIONES EXTENSAS Y EXHAUSTAS AL RESPECTO, ORIGINANDO CON ESTO QUE EXISTAN DIFERENTES METODOS QUE VAN DESDE SU APLICACION A NIVEL LABORATORIO, HASTA UN NIVEL INDUSTRIAL. DENTRO DE LOS METODOS DE RE-REFINACION QUE SE DESCRIBEN ESTAN:

LOS QUE EMPLEAN UNA ETAPA DE EXTRACCION, TALES COMO:

- PROCESO I.F.P. (INSTITUTO FRANCES DEL PETROLEO)
- " I.F.P. MODIFICADO
- " ALCOHOL ALIFATICO-ACIDO
- " BERC (BARTLESVILLE ENERGY RESEARCH CENTER)

AQUELLOS QUE EMPLEAN REACTIVOS, LOS CUALES ORIGINAN PRODUCTOS SECUNDARIOS NO DESEABLES, PERO QUE ESTOS SEAN SUSCEPTIBLES DE SER SEPARADOS CON MAYOR FACILIDAD, DENTRO DE ESTOS ESTAN:

- PROCESO ACIDO ARCILLA
- " HIDROXIDO DE SODIO
- " PROP (PHILLIPS RE-REFINING OIL PROCESS)
- " RECICLON

PROCESOS QUE EMPLEAN COMO PRINCIPALES ETAPAS, SEPARACIONES MECANICAS:

- PROCESO K.T.I (KINETICS TECHNOLOGY INTERNATIONAL)
- " RESOURCE TECHNOLOGY
- " MATTHYS GARAP

A CONTINUACION SE MENCIONAN Y SE DESCRIBEN LOS DIFERENTES PROCESOS, EN DONDE EN ALGUNOS CASOS SE PODRA OBSERVAR:

- DIAGRAMA DE FLUJO
- DESCRIPCION DEL PROCESO
- VENTAJAS DEL PROCESO
- DESVENTAJAS DEL PROCESO
- EQUIPO ESPECIAL, EN CASO DE EXISTIR
- CONDICIONES DE PRESION Y TEMPERATURA
- LOS REACTIVOS Y/O SOLVENTES EMPLEADOS
- LOS SUBPRODUCTOS
- PROBLEMAS DE POLUCION
- POR CIENTO (%) DE RECUPERACION

- CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO
- COSTOS DE INVERSION PARA PLANTAS YA EXISTENTES
- COSTOS DE OPERACION " " " "
- OBSERVACIONES GENERALES

### 3.1.1 PROCESO RECICLON (16) (11)

ESTE PROCESO (fig.3.1) FUE DESARROLLADO CON LA COLABORACION DE UN PRODUCTOR ALEMAN DE EQUIPO DE PROCESO; "LEYBOLD-HERDEUS", DE UNA COMPANIA SUIZA: "ADOLF SHMIDS ERBEN INC. (ASEOL)" Y UNA COMPANIA PROCESADORA DE ACEITE USADO DENOMINADA: "DEGUSA" LOCALIZADA AL OESTE DE ALEMANIA, QUIENES SON EXPERTOS EN LA PRODUCCION Y PROCESAMIENTO DE METALES.

#### CONSISTE EN:

- 1.- SEPARACION MECANICA DE SOLIDOS Y DECANTACION PARA ELIMINAR EXCESOS DE AGUA.
- 2.-REMOCION DE AGUA Y OTRAS IMPUREZAS DE BAJO PUNTO DE EBULLICION, POR DESTILACION.
- 3.-TRATAMIENTO QUIMICO DEL ACEITE EMPLEANDO SODIO.
- 4.-SEPARACION DE LOS PRODUCTOS DE REACCION, CON BAJO PUNTO DE EBULLICION, POR DESTILACION FLASH.
- 5.-SEPARACION DE LA MEZCLA DE ACEITE BASICO, EN TRES EVAPORADORES DE PELICULA COLOCADOS EN SERIE.

#### DESCRIPCION DEL PROCESO:

EL ACEITE USADO ES FILTRADO Y DECANTADO PARA SEPARAR EXCESO DE AGUA, ESTE ACEITE ES DESHIDRATADO AUN MAS EN UNA DESTILACION AL VACIO, LA CUAL OPERA A 20 mm de Hg ABSOLUTOS, CON LO QUE EL CONTENIDO DE AGUA SE REDUCE A MENOS DE 0.1%, EN ESTA MISMA ETAPA SE ELIMINAN TAMBIEN HIDROCARBUROS LIGEROS.

EL ACEITE SECO SE MEZCLA CON UNA EMULSION DE SODIO, LA CUAL ES PREPARADA POR "DEGUSA" Y CONSISTE DE PARTICULAS DE SODIO DE UN DIAMETRO PROMEDIO DE 5 A 10 MICRONES (m) CONTENIDOS EN UNA BASE ACEITOSA MUY PARECIDA A LA DEL ACEITE DE MOTOR.

LA REACCION CON EL SODIO SE LLEVA A CABO A UNA T= 482 °F Y EN UNA PROPORCION DE SODIO-ACEITE DE 1% EN PESO. EN POCOS MINUTOS LAS IMPUREZAS DEL ACEITE SON TRANSFORMADAS EN COMPUESTOS QUE NO PUEDEN SER DESTILADOS, TALES COMO SALES O POLIMEROS.

LAS REACCIONES TIPICAS PODRIAN SER: POLIMERIZACION DE OLEFINAS INSATURADAS, CONVERSION DE MERCAPTANOS EN MATERIALES QUE QUEDAN COMO RESIDUOS Y CONVERSION DE COMPUESTOS HALOGENADOS EN SALES DE SODIO.

LA MEZCLA SE FILTRA Y SE FLASHEA PARA ELIMINAR EL ACEITE BASE DEL SODIO Y ALGUN PRODUCTO DE REACCION QUE PUEDA SER SEPARADO POR ESTE METODO, POSTERIORMENTE SE ENVIA A TRES EVAPORADORES DE --

PELICULA "LEYBOLD-HERDEUS", COLOCADOS EN SERIE, PRODUCIENDO ASI RESIDUOS QUE PUEDAN SER MEZCLADOS CON LIGEROS OBTENIDOS EN LAS ETAPAS ANTERIORES Y UTILIZARLO COMO UN COMBUSTIBLE, SU APARIENCIA ES UN TANTO VISCOSA.

LAS FRACCIONES SON CLARAS Y TIENEN MAL OLORES. LA PRESION DE OPERACION EN LOS EVAPORADORES VAN DESDE 10 A 300 MICRONES ( m) DE Hg ABSOLUTOS.

#### VENTAJAS:

- 1.- SE OBTIENE UN PRODUCTO DE MUY BUEN COLOR.
- 2.- NO SE REQUIERE DE CONTACTO CON ARCILLA O DE ETAPA DE HIDROFINALIZACION.
- 3.-LOS RESIDUOS POSEEN UN ALTO PODER CALORIFICO Y UN CONTENIDO MUY BAJO DE AZUFRE, CON LO CUAL PUEDEN SER UTILIZADOS COMO FUENTE DE CALOR.
- 4.-EL PROCESO CLAMA TENER UN 70% DE RECUPERACION DEL ACEITE ALIMENTADO.
- 5.-EL AGUA DE PROCESO ES LIGERAMENTE ACIDA, DEBIDO A LOS ACIDOS PRESENTES EN EL ACEITE , RESULTADO DE LA OXIDACION DE ALGUNOS COMPUESTOS DEL MISMO. PERO UNA NEUTRALIZACION NO MUY COMPLICADA PUEDE HACER QUE ESTA AGUA SE ENVIE AL SISTEMA DE DRENAJE PUBLICO.
- 6.-EN ESPECIFICACION Y DESARROLLO LOS ACEITES PRODUCIDOS POR ESTE PROCESO, SON COMPARABLES A LOS OBTENIDOS DE ACEITES VIRGINIA.
- 7.-EL PROCESO NO REQUIERE EL USO DE ACIDO.
- 8.-ES UN PROCESO CONTINUO
- 9.-NO HAY PROBLEMAS DE POLUCION GRAVES.

#### DESVENTAJAS:

- 1.-PRESENTA PROBLEMAS DE REPRODUCIR Y MANTENER LA PRESION MUY BAJA DE LA DESTILACION Y DE LOS EVAPORADORES.
- 2.-SE DESCONOCEN LOS FACTORES ECONOMICOS DE CAPITAL Y DE LOS DE OPERACION.
- 3.-EL MANEJO DE SODIO METALICO RESULTA RIESGOSO PARA PERSONAL NO CALIFICADO.
- 4.-LA ALTA CALIDAD DEL ACEITE NO HA SIDO CORROBORADA A TRAVES DE EVALUACIONES EN EL MOTOR.
- 5.-LOS EVAPORADORES "LEYBOLD-HERDEUS PRESENTAN ATASCAMIENTO CON CIERTA FRECUENCIA.



### 3.1.2 PROCESO MATTHYS - GARAP (16)

ES OTRA TECNOLOGIA QUE MERECE MENCION Y FUE DESARROLLADA POR PIERRE MATTHYS Y EMPLEADA EN LILLEBONE, FRANCIA.

#### DESCRIPCION DEL PROCESO:

EL ACEITE SE SOMETE (fig.3.2) A UNA SEPARACION INSTANTANEA QUE OPERA  $T = 356$  °F PARA REMOVER AGUA E HIDROCARBUROS LIGEROS. EL PRODUCTO DE LOS DOMOS PUEDE UTILIZARSE COMO FUENTE DE CALOR PARA EL PROCESO. MIENTRAS QUE LA CORRIENTE DE LOS FONDOS SE ENVIA A UNA COLUMNA DE DESTILACION FRACCIONADA. LA CUAL POSEE BARRAS ESPACIADAS A 3 mm EN PUNTOS ESTRATEGICOS. LAS CUALES AL CONTRAERSE Y DILATARSE DESPRENDEN EL COKE FORMADO. OPERA A UNA  $T = 645-713$  °F. DE ESTA COLUMNA SE OBTIENE GAS OIL. SOLVENTE NEUTRAL 100. UN SOLVENTE NEUTRAL 200 Y UN SPINDLE OIL (ACEITE PARA USILLOS) Y LOS RESPECTIVOS FONDOS.

LAS FRACCIONES DE NEUTRAL 100, NEUTRAL 200, EL SPINDLE OIL Y LOS FONDOS SON ACIDULADOS CON 3 % DE ACIDO SULFURICO, (PERO ANTES QUE SEAN ACIDULADOS, ESTOS DEBEN SER CENTRIFUGADOS A UNA  $T = 392$  °F) Y CENTRIFUGADOS A UNA  $T = 392$  °F.

UNA VEZ QUE LAS FRACCIONES HAN SIDO CENTRIFUGADAS, SON CONTACTADAS CON 3 % DE ARCILLA ACTIVADA Y POSTERIORMENTE FILTRADAS, PARA OBTENER ASI LOS ACEITES RE-REFINADOS.

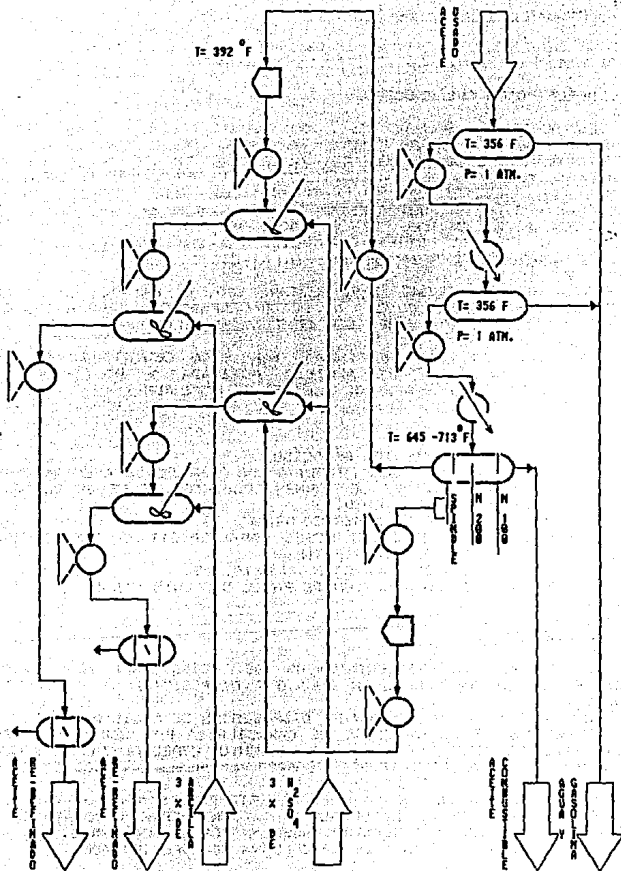
#### VENTAJAS:

- 1.-BAJOS REQUERIMIENTOS DE ACIDO.
- 2.-LAS CENTRIFUGAS SUSTITUYEN A LOS TANQUES DE ASENTAMIENTO, HACIENDO QUE ESTOS ULTIMOS SE TORNEN OBSOLETOS, PUES SE ELIMINAN LARGOS PERIODOS DE ASENTAMIENTO.
- 3.-EL PROCESO TIENDE A SER CONTINUO.
- 4.-EL PRODUCTO OBTENIDO POSEE CARACTERISTICAS COMPETITIVAS CON LOS DERIVADOS DEL ACEITE VIRGINIA.
- 5.- CONDICIONES DE OPERACION NO EXTREMAS.
- 6.- MATERIALES DE REACCION DE FACIL DISPONIBILIDAD.

#### DESVENTAJAS:

- 1.-AUNQUE LOS REQUERIMIENTOS DE ACIDO SON MUY BAJOS, PERCISTE AUN LOS PROBLEMAS EN CUANTO A DISPOSICION DE RESIDUOS ( Lodos ACIDOS).
- 2.-HAY PROBLEMAS TAMBIEN DE DISPOSICION DE ARCILLA ACEITOSA.
- 3.-EL USO DE CENTRIFUGAS SE CARACTERIZA POR SER CARO Y POR LO GENERAL REQUIERE DE UN MANTENIMIENTO ESPECIALIZADO. AUNQUE SEGUN "MATTHYS" LAS CENTRIFUGAS "GARAP" NO PRESENTAN PROBLEMAS TAN PRONUNCIADOS COMO SE AFIRMA.
- 4.- SE HABLA DE QUE LA COLUMNA ESTA PROVISTA DE BARRAS, QUE AYUDAN DESPRENDER EL COKE FORMADO ( AL CONTRAERSE Y DILATARSE ), PERO AUN ASI SE PUEDEN PRESENTAR PROBLEMAS DE ATASCAMIENTO.
- 5.- DISEÑO "ESPECIAL" DE LA COLUMNA NO ESPECIFICADO.

DIAGRAMA GRAFICO DEL PROCESO MATHYS GARAP (FIG 3.2) <sup>68</sup>



### 3.1.3 PROCESO RESOURCE TECHNOLOGY, INC. (KANSAS CITY) (6)

ESTE METODO NO REQUIERE DE ACIDOS. SOLVENTES O QUIMICOS ADICIONALES. POR LO QUE NO SE PRODUCEN MATERIALES DE DESECHO PELIGROSOS..

ESTA TECNOLOGIA USA UNA SERIE DE DESTILACIONES AL VACIO QUE INVOLUCRA EQUIPO DE UN DISEÑO ESPECIAL, QUE MINIMIZA LA FORMACION DE COKE DURANTE LA OPERACION. DE ACUERDO A TIMOTHY F. SPARKS; PRESIDENTE DE RESOURCE TECHNOLOGY, ESTA INOVACION PODRIA RECUPERAR EL 97 % SOBRE EL ACEITE DESHIDRATADO. ACTUALMENTE DOS COMPANIAS EN CALIFORNIA OPERAN CON ESTE PROCESO.

#### **DESCRIPCION DEL PROCESO:**

EL ACEITE PRIMERO (fig.3.3) SE ENVIA A UN TANQUE DE FONDO CONICO, PARA SEPARAR EL EXCESO DE AGUA. DESPUES DE ESTO EL ACEITE ES CALENTADO Y ENVIADO A UNA SEPARACION FLASH ATMOSFERICA, QUE OPERA A UNA T= 425 \*F. PARA RETIRAR AGUA E HIDROCARBUROS LIGEROS.

EL ACEITE YA DESHIDRATADO ES TRANSFERIDO A UNA COLUMNA FLASH AL VACIO (100 mm Hg). EN ESTA ETAPA SE OBTIENE EN EL DOMO UN ACEITE PARA USILLOS, CON UN PUNTO DE EBULLICION DE 620 \*F, EL CUAL DEBERA SER CONTACTADO CON ARCILLA. LOS FONDOS DE ESTA COLUMNA SON LLEVADOS A UNA TORRE DE DESTILACION AL VACIO "CICLONICA", LA CUAL OPERA A UNA P= 20 mm de Hg Y ADEMAS POSEE UN DISEÑO "ESPECIAL". EN ESTA COLUMNA EL ACEITE SE INYECTA A GRAN VELOCIDAD PARA GENERAR UNA ALTA FUERZA CENTRIFUGA, LA CUAL AYUDA A LA SEPARACION, MIENTRAS QUE POR OTRO LADO MINIMIZA LA FORMACION DE COKE.

EL ACEITE QUE SE OBTIENE POR EL DOMO DE LA COLUMNA CICLONICA ES CONTACTADO CON ARCILLA ACTIVADA Y TIERRA DIATOMACEA. ESTA MEZCLA ES FILTRADA PARA OBTENER EL ACEITE RE-REFINADO.

#### **OBSERVACIONES:**

1.-EN LA COLUMNA CICLONICA MAS DEL 80 % DE LA CORRIENTE DE ALIMENTACION ES EVAPORADA Y ENVIADA AL DOMO.

#### **VENTAJAS:**

1.-LOS FONDOS DE LA TORRE CONSISTEN DE ADITIVOS GASTADOS Y CONTAMINANTES DEL ACEITE. ESTOS PUEDEN SER EMPLEADOS EN ASFALTOS.

2.-LA TORTA DE FILTRADO POR NO SER UN CONTAMINANTE PELIGROSO, PUEDE DISPONERSE EN ALGUN TERRAPLEN.

3.-EL AGUA DE PROCESO REQUIERE DE UN MINIMO DE TRATAMIENTO.

4.-EL PRODUCTO YA LIMPIO (ACEITE RE-REFINADO) MUESTRA TENER MENOS DE 5 P.P.M. DE METALES.

5.-LA ETAPA DE CONTACTO CON ARCILLA PUEDE SER SUSTITUIDA POR UNA HIDROFINALIZACION.

6.-EL PROCESO INDICA TENER UN 90 % DE RECUPERACION SOBRE EL ACEITE YA SECO.

7.-NO HAY PROBLEMAS DE POLUCION GRAVES

8.-NO HACE USO DE ACIDOS.

**DESVENTAJAS:**

1.-EN CASO DE UTILIZAR UNA UNIDAD DE DISEÑO ORDINARIO EN EL LUGAR DE LA TORRE CICLONICA, ORIGINARIA UNA FORMACION DE COKE Y UN ENSUCIAMIENTO PRONUNCIADO.

2.-NO SE REPORTAN ANALISIS DE PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS, NI DE DESARROLLO DEL ACEITE OBTENIDO POR ESTE METODO, EN PRUEBAS DE MOTOR.

3.-NO SE TIENE INFORMACION ALGUNA SOBRE EL DISEÑO ESPECIAL DE LA TORRE CICLONICA.

4.-AUN CUANDO MINIMIZA EL USO DE ARCILLA, NO SE ELIMINA EL PROBLEMA DE POLUCION.

5.-LA PRESION DE OPERACION DE LA TORRE CICLONICA ES MUY DIFICIL DE REPRODUCIR Y DE MANTENER ( 20 mm DE Hg).

**ASPECTOS ECONOMICOS:**

EL COSTO DEL PROCESO ES DE APROXIMADAMENTE C 30.0 / GAL, PARA UNA PLANTA DE 10 MILLONES DE GALONES / AÑO. DE ACUERDO A LA RESOURCE TECHNOLOGY. SE REQUIEREN DE LOS SIGUIENTES SERVICIOS ( POR GALON DE ACEITE USADO DESHIDRATADO ALIMENTADO ) :

8.660 BTU DE COMBUSTIBLE

8.70 LIBRAS DE VAPOR DE 100 PSIG.

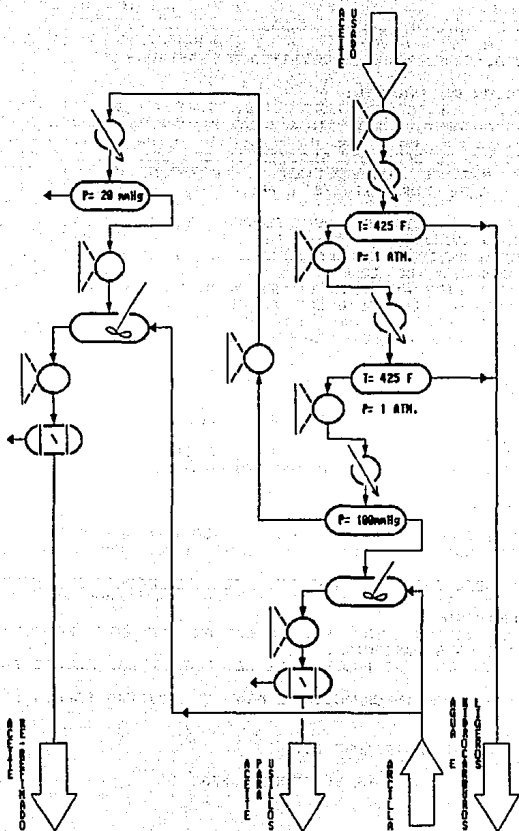
**NOTA IMPORTANTE:**

ESTA TECNOLOGIA TIENE LA GRAN VENTAJA DE QUE TAMBIEN ES POSIBLE TRANSFORMAR LA TECNOLOGIA EXISTENTE DE ALGUNA PLANTA EN FUNCIONAMIENTO, TAL ES EL CASO DE PODER SUSTITUIR LA FASE DE TRATAMIENTO DE ACIDO DEL PROCESO ACIDO-ARCILLA, POR UNA TORRE CICLONICA.

EL COSTO DEL EQUIPO MONTADO, CON UNA CAPACIDAD DE 3 MILLONES DE GAL POR AÑO, SEGUN LA REFERENCIA (6) PAG. 93 ES DE \$ 525,000.00 DOLARES (1981).



INC. ( KANSAS CITY )



### 3.1.4 PROCESO K.T.I (11) (16)

LA KINETICS TECHNOLOGY INTERNATIONAL OF ZDETERMEER EN COOPERACION CON LA COMPANIA DE "GULF SCIENCE AND TECHNOLOGY", DESARROLLARON UN NUEVO PROCESO (7) (10) (11) PARA RE-REFINAR TODOS LOS TIPOS DE ACEITES LUBRICANTES USADOS.

EL PROCESO SE CARACTERIZA POR NO TENER PRODUCCION DE LODOS, ARCILLA ACEITOSA, CORRIENTES DE QUIMICOS DESGASTADOS.

#### DESCRIPCION DEL PROCESO:

EL ACEITE ES DESHIDRATADO (fig. 3.4) EN UNA SEPARACION ATMOSFERICA INSTANTANEA, LO QUE TRAE CONSIGO UNA SEPARACION DE LOS HIDROCARBUROS LIGEROS. ESTE ACEITE SE SOMETE A UNA DESTILACION AL VACIO PARA REMOVER EL GASOLEO, SEGUIDO DE UNA SEGUNDA DESTILACION AL VACIO PARA OBTENER LOS ACEITES Y SEPARARLOS DE LOS FONDOS CONTAMINANTES. TALES COMO METALES, PRODUCTOS DE POLIMERIZACION Y ASFALTOS.

LOS ACEITES LIBRES DE FONDOS SE SOMETEN A UNA HIDROFINALIZACION (VIII), PARA DARLES COLOR Y OLORES DESEADOS.

EL PROCESO "KTI" NO EMPLEA NINGUNA ETAPA DE PRETRATAMIENTO, PARA EVITAR FORMACION DE COKE Y ENSUCIAMIENTO EN EL EQUIPO. LA COLUMNA DE DESTILACION AL VACIO ES DE UN DISEÑO TAL QUE MINIMIZA EL PROBLEMA ANTERIOR, LOS DETALLES AL RESPECTO SE DESCONOCEN. SE MENCIONA QUE ES PROBABLE QUE ESTE PROCESO ADOpte EL USO DE EVAPORADORES DE PELICULA (LEYBOLD-HERDEUS), COMO LOS EMPLEADOS EN EL PROCESO RECICLON.

#### VENTAJAS:

- 1.-LOS ACEITES OBTENIDOS SON DE MUY BUENA CALIDAD.
- 2.-LA POLUCION ES MINIMA.
- 3.-UNA PRODUCCION DEL 99 % SOBRE EL ACEITE CON AGUA.
- 4.-LOS FONDOS PUEDEN SER USADOS EN ASFALTOS.

#### DESVENTAJAS:

- 1.-LA DESTILACION QUE SE LLEVA A CABO POR DEBAJO DE 250 °C REQUIERE DE UN VALOR MUY BAJO DE PRESION, LO QUE CAUSA PROBLEMAS DE OPERACION.
- 2.-LA HABILIDAD DEL PROCESO DE NO PROPICIAR COKE Y ENSUCIAMIENTO CUANDO SE OPERA POR VARIAS HORAS AUN NO SE HA DEMOSTRADO CLARAMENTE.
- 3.-NO SE TIENEN DATOS FIDELIGNOS DE QUE ESTE PROCESO SE LLEVE A CABO A ESCALA COMERCIAL.
- 4.-NO HAY DATOS DE PRUEBAS DE DESARROLLO DEL ACEITE EN EL MOTOR.
- 5.-NO SE TIENE INFORMACION CLARA DEL "DISEÑO ESPECIAL" DE LA COLUMNA.

(VIII) TO HYDROTREAT WASTE LUBE OIL  
HYDROCARBON PROCESSING  
SEPTEMBER 1973. ( O CONSULTAR EL PROCESO BERG )

**ASPECTOS ECONOMICOS:**

BASE: PARA UNA PLANTA DE 10 MILL. DE GALONES POR AÑO,  
OPERANDO 250 DIAS/AÑO.

COSTO DE LA ALIMENTACION: 3.8 / GAL.

INVERSION: (MILES DE DOLARES)

## PLANTA:

EQUIPO DE PROCESO	773.0
ALMACENAMIENTO	440.0
OFICINAS Y LABORATORIOS	32.0

TERRENO Y MEJORAMIENTO DEL MISMO:	97.0
-----------------------------------	------

<u>TOTAL DE INVERSION:</u>	<u>1342.0</u>
----------------------------	---------------

COSTOS DE OPERACION POR UNIDAD PRODUCIDA ( / GAL):

## QUIMICOS:

HIDROGENO	1.44
OTROS	0.26

## SERVICIOS:

ENERGIA ELECTRICA	3 / KW	0.60
AGUA	5 / GAL	0.10

## TRABAJO DE PLANTA

PAGO DE OBREROS	2.32
-----------------	------

MATERIALES	1.16
------------	------

MANTENIMIENTO ( 5% DE LA INVERSION)	1.64
-------------------------------------	------

## INSTRUMENTACION

	1.06
--	------

## DISPOSICION DE DESECHOS

	--
--	----

## DEPRECIACION (10% DE INVERSION)/AÑO

	3.28
--	------

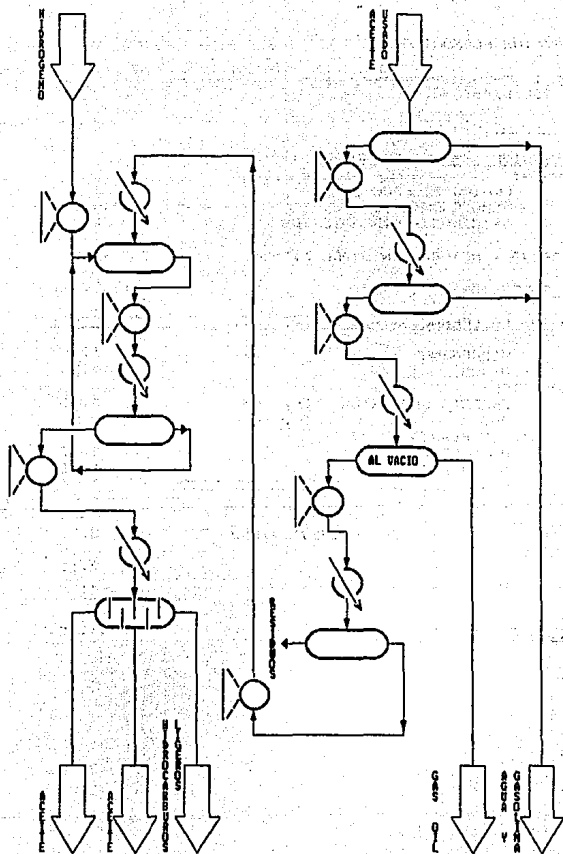
## COSTOS INDIRECTOS:

SALARIOS	2.11
----------	------

MATERIALES Y PREVISIONES	1.05
--------------------------	------

<u>COSTOS TOTALES DE OPERACION:</u>	<u>15.02</u>
-------------------------------------	--------------

DIAGRAMA GRAFICO DEL PROCESO KTI (FIG. 3.4) 76



### 3.1.5 PROCESO BERC (8) (7)

EL BARTLESVILLE ENERGY RESEARCH CENTER (BERC) DEL DEPARTAMENTO DE ENERGIA DE BARTLESVILLE, OKLA. DESARROLLO UN PROCESO (8) QUE DA ORIGEN A ACEITES DE ALTA CALIDAD, COMPARABLE A LOS PRODUCIDOS POR ACEITES BASICOS VIRGINIA. ESTE PROCESO INCORPORA UNA ETAPA DE PRECIPITACION CON SOLVENTE PARA REDUCIR EL COKE Y ENSUCIAMIENTO EN LA SUBSECUENTE ETAPA DE DESTILACION FRACCIONADA. UNA VEZ QUE EL BASICO QUE SE OBTIENE POR ESTE PROCESO, SE MEZCLA Y SE FORMULA CON LOS RESPECTIVOS ADITIVOS, SE PRODUCE UN ACEITE TERMINADO QUE PASA LAS PRUEBAS DE MOTOR Y DEMAS, PARA LOS REQUERIMIENTOS DE UN SERVICIO "SE".

LOS SUBPRODUCTOS DE ESTE PROCESO SON NEUTRALES Y PUEDEN SER UTILIZADOS COMO PRODUCTOS DE ASFALTO O COMO COMBUSTIBLE.

#### **PASOS ESCENCIALES:**

DESHIDRATACION  
TRATAMIENTO CON SOLVENTE PARA LA PRECIPITACION PARCIAL DE  
LODOS Y CONTAMINANTES.  
RECUPERACION DE SOLVENTE  
DESTILACION FRACCIONADA AL VACIO  
DECOLORIZACION Y DEODORIZACION DEL ACEITE  
MEZCLADO Y REFORMACION CON ADITIVOS

#### **DESCRIPCION DEL PROCESO:**

LOS ACEITES USADOS (fig.3.5.) POR LO REGULAR CONTIENEN 5 % DE AGUA Y 5 % DE HIDROCARBUROS LIGEROS, INCLUYENDO GASOLINA. DEBIDO A ESTO EL ACEITE SE SOMETE A UNA ETAPA DOBLE SEPARACION FLASH, DONDE EN LA PRIMERA SE ELIMINA AGUA Y EN LA SEGUNDA LOS HIDROCARBUROS LIGEROS. ES IMPORTANTE QUE LA TEMPERATURA DE OPERACION NO REBASE LA TEMPERATURA DE COKE DE LA ALIMENTACION. LAS CONDICIONES NORMALMENTE SON DE UNA T= 300°F Y UNA P= 10 mm de Hg.

EL ACEITE LIBRE DE AGUA E HIDROCARBUROS LIGEROS SE MEZCLA CON UN SOLVENTE FORMADO POR 2-PROPANOL/ 1-BUTANOL/ METIL-ETIL CETONA (EN UNA PROPORCION DE 1:2:1) A RAZON DE 3:1 SOLVENTE-ACEITE, TEMPERATURA DE 80 °F.

LA MEZCLA SE AGITA POR UN TIEMPO DE 60 MINUTOS Y POSTERIORMENTE SE DEJA REPOSAR POR 21 HRS., UNA VEZ QUE APARECEN LAS FASES SE DECANTA Y SE ENVIA A UN AGOTADOR DE SOLVENTE, EL CUAL OPERA A UNA T= 400 °F Y 25 mm Hg. EN ESTA ETAPA DE PRECIPITACION SE LOGRA RECUPERAR EL 95% DE LA ALIMENTACION.

DESPUES DE QUE EL SOLVENTE HA SIDO RETIRADO DEL ACEITE, ESTE ULTIMO ES ENVIADO A UNA TORRE DE DESTILACION FRACCIONADA QUE OPERA A 550 °F Y UNA P= 10 mm Hg. DANDO CORTES DE COMBUSTIBLE, ACEITES 80,150 Y 400 SUS, ADEMAS DE UN COMBUSTIBLE PESADO DE FONDOS.

LAS FRACCIONES DERIVADAS DE LA DESTILACION TÍPICAMENTE TIENEN UN COLOR ROJO PROFUNDO O NARANJA Y UN OLOR A ACRE O AGRIO, POR LO QUE ES NECESARIO CONTACTARLOS CON ARCILLA O HIDROGENARLOS.

**CONTACTO CON ARCILLA:**

ESTA OPCION REQUIERE DE UNAS CONDICIONES MAS SEVERAS, QUE LOS NORMALMENTE USADOS EN LOS BASICOS, DEBIDO A LA PRESENCIA DE COMPUESTOS ORGANOMETALICOS, OXIGENADOS Y SULFATOS PRESENTES, EN EL ACEITE USADO. POR LO TANTO SE INTRODUCEN AL REACTOR EL ACEITE Y LA ARCILLA (ESTA ULTIMA EN UN 50% EN PESO DEL VOLUMEN DEL ACEITE) Y SE AGITAN DURANTE 2 HRS. A UNA T= 340 °F, AL TERMINO DEL TIEMPO SE INYECTA VAPOR DE AGUA A RAZON DE 0.21 LB/GAL/HR. DURANTE UN TIEMPO DE 2.7 HRS. MANTENIENDO UNA T= 450 °F.

HECHO ESTO EL ACEITE-ARCILLA SE SACA DEL REACTOR Y SE ENVIA A FILTRACION, EL ACEITE RESULTANTE TIENE UN COLOR "ASTM D-100", EL OLORES DE UN PRODUCTO NATURAL DE PETROLEO.

**HIDROFINALIZACION: (IX)**

EN CASO DE QUERER UTILIZAR LA HIDROFINALIZACION, HAY QUE CONTEMPLAR QUE ESTA ES MAS CARA Y COMPLEJA, PERO TIENE LA VENTAJA DE GENERAR MINIMAS CANTIDADES DE SUBPRODUCTOS. LAS CONDICIONES TIPICAS DE OPERACION PARA LA HIDROFINALIZACION SON: T= 600 °F Y P= 650 PSIG, UNA VELOCIDAD ESPACIAL DE 1 V/V/HR Y UNA PROPORCION DE HIDROGENO DE 1500 SCF/BARRIL, CON UN CATALIZADOR DE MOLYBDATO DE COBALTO.

**VENTAJAS:**

- 1.-ALTA CALIDAD DEL PRODUCTO, PASA TODAS LAS PRUEBAS.
- 2.-UNA RECUPERACION DEL 75-85 % SOBRE EL ACEITE SECO.
- 3.-LOS LODOS NEUTRALES QUE SE PRODUCEN TIENEN UN MERCADO POTENCIAL EN APLICACION COMO ASFALTO O BIEN PARA LA ELABORACION DE TINTA PARA PERIODICO.

**DESVENTAJAS:**

- 1.-UN ALTO CONSUMO DE ENERGIA EN EL PRETRATAMIENTO.
- 2.-LA TECNOLOGIA DE BERG A LA VENTA NO SUMINISTRA LOS DETALLES DE OPERACION.
- 3.-LAS PRESIONES DE OPERACION SON MUY BAJAS, POR LO TANTO DIFICILES DE REPRODUCIR Y MANTENER.
- 4.-LOS PERIODOS DE ASENTAMIENTO EMPLEAN UN TIEMPO IMPORTANTE.
- 5.-LA PROPORCION SOLVENTE-ACEITE, ES ELEVADA 3:1 RESPECTIVAMENTE.
- 6.-EMPLEA GRANDES VOLUMENES DE ARCILLA. 50% EN PESO DEL ACEITE.

**OBSERVACIONES:**

NO EMPLEA ACIDO, NO HAY PROBLEMAS SIGNIFICATIVOS DE CORROSION.

(IX) TO HYDROTREAT WASTE LUBE OIL  
HYDROCARBON PROCESSING  
SEPTEMBER 1973.

## ASPECTOS TECNICOS:

TABLA III.1

ANALISIS DE LA FUNCION DEL SOLVENTE	
SOLVENTE	2-PROPANOL/ 1-BUTANOL/ METIL ETIL CETONA
PROPORCION DEL SOLVENTE	1: 2: 1
PROPORCION DEL SOLVENTE-ACEITE	3: 1
CALIDAD DE LA SEPARACION	BUENA
CARACTERISTICAS DE LOS LODOS	SEMI-SOLIDA
% DE ACEITE RECUPERADO (EN PESO)	96.3
LODOS, PESO PORCENTUAL POR DIFERENCIA	3.7
% DE REDUCCION DE CENIZAS	75.0

TABLA III.2

EFECTO DE TIEMPOS DE AGITACION Y DE ASENTAMIENTO PARA LA RECUPERACION DE LODOS, CENIZAS Y ACEITE.					
A	B	C	D	E	F
15	0	DOMO	2	0.51	79.4
		FONDO	14	0.54	78.2
15	15	DOMO	0.1	0.51	79.4
		FONDO	0.1	0.53	78.6
		DOMO	0.1	0.50	79.8
		FONDO	0.03	0.57	77.0
30	30	DOMO	0.02	0.51	79.4
60	30	DOMO	0.07	0.52	79.0
		FONDO	0.07	0.55	77.8
	21 HRS.				

A= AGITACION MIN.

B= ASENTAMIENTO MIN.

C= LOCALIZACION DE LA VALVULA DE MUESTREO.

D= % DE LODOS .

E= % DE CENIZAS.

F= % DE REDUCCION DE CENIZAS.

TABLA III.3

PROPIEDAD	VIRGINIA		BERC	
	NEUTRO	HIDROFINALIZADO	HIDROF.	ARCILLA
VISCOSIDAD				
SUS 100 °F	179	144.3	165.5	182.9
cS 210 °F	38.3	30.62	35.33	39.15
SUS 210 °F	44.7	42.5	44.2	45.6
cS 210 °F	5.62	4.95	5.49	5.91
INDICE DE VISCOSIDAD	91	92	99.8	103
NUMERO ACIDO	0	0	0	0
RESIDUOS DE CARBON %	NA	NA	0.23	0.23
CENIZAS %	0	0	0	0
PUNTO DE ANILINA °F	217	217.7	218.1	220.0
ESTABILIDAD A LA OXIDACION (ASTM D943) HR NA		1364	NA	1340
CORROSION AL COBRE (ASTM D 130)	1A	1A	1A	1A

NA= NO DISPONIBLE.

TABLA III.4

HERRUMBRE, DE LA PRUEBA DE MOTOR "II-C"	
PRUEBA LIMITE ACEITE VIRGINIA	8.4 8.91
ACEITE BERC, SAE 10W-30 : HIDROFINALIZADO CONTACTADO CON ARCILLA	8.51 8.45
REFERENCIA: ACEITE LIMPIO= 10	



TABLA III.5

PARAMETROS	LIMITE DE PRUEBA	AC.VIRGINIA REFERENCIAS EN EL MOTOR	B E R C	
			SAE 10W - 30 HIDROFINALIZADO	CON ARCILLA
TOTAL LODOS	8.5	8.07	9.54	9.5
TOTAL DE VARNIZ	8.0	7.58	8.40	8.3
VARNIZ EN EL BORDE DEL PISTON	7.9	7.67	7.91	7.7
OBSTRUCCION DE LOS ANILLOS	5.0	0.0	0.0	0.0
ATASCAMIENTO DE ANILLOS	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO

REFERENCIA: ACEITE LIMPIO= 10

CONSULTESE TAMBIEN:

RE - REFINED LUBES PASS ENGINE TEST  
J.W. REYNOLDS, M.L. WHISMAN  
HYDROCARBON PROCESSING  
SEPTEMBER 1977

TABLA III.6

PARAMETROS	PRUEBA LIMITE	ACEITE VIRGINIA	B E R C	
			HIDROFIN.	SAE - 10W30 CON ARCILLA
INCREMENTO DE LA VISCOSIDAD (100 °F) DESPUES DE 40 HRS. %	+ 400 MAX.	+ 54	+ 21	+ 18
VARNIZ EN EL PISTON	9.3 *	9.32	9.39	9.37
DEPOSITOS EN LOS ANILLOS	6.0 *	7.52	7.52	8.03
LODOS	9.0 *	9.34	9.69	9.80
ATASCAMIENTO DE ANILLOS	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO
DESGASTE DE LEVAS Y BALANCINES:				
PROMEDIO (INCH)	0.001 MAX	0.0006	0.0004	0.0006
MAXIMO (INCH)	0.002 MAX	0.0011	0.0010	0.0009

\* LIMPIO = 10.0

**ANALISIS DE LOS DATOS:**

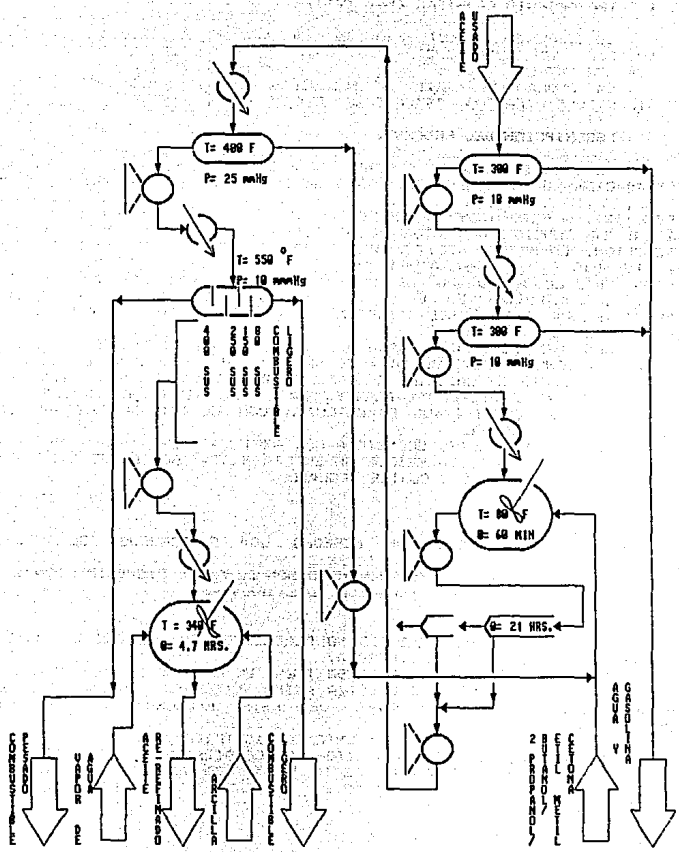
SE PUEDE OBSERVAR QUE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL ACEITE RE-REFINADO, SON MUY SIMILARES A LOS DEL ACEITE VIRGINIA. NOTESE QUE LA ESTABILIDAD A LA OXIDACION SON BASTANTE PARECIDAS, ASI COMO TAMBIEN LOS PUNTOS DE ANILINA.

LAS PROPIEDADES QUE DEFINEN LA CALIDAD, TALES COMO VISCOSIDAD, INDICE DE VISCOSIDAD, OXIDACION Y CORROSION, MUESTRAN LO COMPETITIVO QUE ES EL ACEITE OBTENIDO POR EL PROCESO BERC, CON RESPECTO A LOS OBTENIDOS DEL ACEITE VIRGINIA.

POR SU PARTE LAS PRUEBAS DE DESARROLLO DEL ACEITE EN EL MOTOR REFLEJARON UN COMPORTAMIENTO SATISFACTORIO DEL PROCESADO POR BERC.

SOLO UNA PRUEBA MOSTRO UN VALOR POR DEBAJO DEL LIMITE; LA DE ENSUCIAMIENTO DEL BORDE DEL PISTON, FALLA QUE PODRIA SER CORREGIDA CON UN ADITIVO A BASE DE BARIO O CALCIO.

DIAGRAMA GRAFICO DEL PROCESO BERC (FIG. 3.5) 81



### 3.1.7 TRATAMIENTO CAUSTICO (14) (7)

SE CARACTERIZA ESTE PROCESO POR DAR UN PRODUCTO DE CALIDAD ACEPTABLE, LOS SUBPRODUCTOS SON MATERIALES CARBONOSOS, SIMILARES AL CARBON NEGRO.

LA BUREAU OF MINES BARTLESVILLE ENERGY RESEARCH CENTER, BARTLESVILLE OKLAHOMA. TRABAJO SOBRE ESTE PROCESO.(7)

#### **DESCRIPCION DEL PROCESO:**

SE SOMETE EL ACEITE USADO (fig.3.6) A UNA DOBLE ETAPA DE SEPARACION INSTANTANEA. LA CORRIENTE RESULTANTE SE MEZCLA CON NaOH, A UNA TEMPERATURA DE 280 °F Y EN UNA PROPORCION DE 0.2 % EN PESO (X), A ESTO MISMO SE LE MEZCLA NAFTA LIGERA (30% EN PESO) QUE TIENE LA FUNCION DE ACTUAR COMO COAGULANTE DE LOS PRODUCTOS DE REACCION. LA MEZCLA ACEITE, HIDROXIDO DE SODIO Y NAFTA, SE SOMETE A REFLUJO A UNA TEMPERATURA DE 240 °F Y POR CUATRO HORAS. ESTO ES PARA QUE EL HIDROXIDO DE SODIO REACCIONE CON LOS COMPUESTOS ACIDOS, CONTENIDOS EN EL ACEITE USADO Y QUE LA NAFTA LIGERA PROPICIE UNA BUENA PRECIPITACION DE LOS COMPUESTOS COMPLEJOS DE ESTA REACCION.

UNA VEZ LLEVADO A CABO EL REFLUJO, LA CORRIENTE SE HACE LLEGAR A TANQUES CONICOS PARA DEJAR REPOSAR LA MEZCLA. EL TIEMPO DE ASENTAMIENTO ES CASI DE 12 HRS., Y AUNA TEMPERATURA DE 120 °F. SE DECANTA Y SE FILTRA EL ACEITE, PARA POSTERIORMENTE ENVIARLO A UNA TORRE DE DESTILACION FRACCIONADA CON EL FIN DE RETIRAR LA NAFTA ANTES AGREGADA.

DESPUES EL ACEITE SE MEZCLA CON ARCILLA A UNA T= 640 °F. POR ALREDEDOR DE 1 HORA. LA MEZCLA SE ENFRIA HASTA 300 °F, SE FILTRA Y POR ULTIMO SE HACEN LOS CORTES DESEADOS.

#### **VENTAJAS:**

- 1.-LOS MATERIALES DE DESECHO SON CARBONOSOS, DE FACIL DISPOSICION.
- 2.-LOS REACTIVOS Y/O SOLVENTES SON DE FACIL DISPONIBILIDAD.
- 3.-CONDICIONES DE OPERACION NO EXTREMAS.

#### **DESVENTAJAS:**

- 1.-EL HIDROXIDO DE SODIO NO REACCIONA CON LOS CONTAMINANTES DEL ACEITE USADO COMO SE ESPERABA.
- 2.-SE HABLA QUE ESTE PROCESO TIENE UN 60 % DE RECUPERACION.
- 3.-AUN CUANDO NO SE UTILIZA ACIDO SULFURICO, LA CANTIDAD DE LODOS RESIDUALES RESULTANTES DE ESTE PROCESO ES BASTANTE SIGNIFICATIVA.
- 4.-EL PERIODO DE ASENTAMIENTO ES SIGNIFICATIVO.
- 5.-SE PRODUCE ARCILLA ACEITOSA EN CONSIDERABLES CANTIDADES.
- 6.-EL TIEMPO DE ASENTAMIENTO Y LA TEMPERATURA PROPICIARON, QUE SE ORIGINARA COPOLIMERIZACION DEL ACEITE CON LOS ADITIVOS MEJORADORES DE VISCOSIDAD.

(X) LUBE OIL RE - REFINING REDOUNDS  
 CHEMICAL ENGINEERING  
 SEPTEMBER 9, 1968.

## ASPECTOS TECNICOS:

TABLA III.7

ANALISIS DEL CONTENIDO DE METALES									
ACEITE	Ba	Ca	Mg	Na	P	Zn	Al	Cr	Cu
N.C.A.	578	934	107	324	NA	1044	(4)	NA	(4)
U.D.O.	312	2135	61	26	1230	1994	19	5	26
RE.REF.	12	1.8	0.0	95	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RE.REFAD.	22	1766	543	6	0.0	1276	NA	NA	NA
ACEITE	Fe	K	Mn	Ni	Pb	Si	Sn	V	
N.C.A.	(4)	NA	NA	(4)	(4)	220	(4)	(4)	
U.D.O.	448	2	3	2	12125	49	11	0.0	
RE.REF.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
RE.REFAD.	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	

N.C.A. = ACEITE NUEVO CON ADITIVO  
 U.D.O. = ACEITE USADO  
 RE.REF. = ACEITE RE-REFINADO  
 RE.REFAD. = ACEITE RE-REFINADO CON ADITIVOS  
 NA = NO DISPONIBLE  
 (4) = DETECTADO POR DEBAJO DEL LIMITE

TABLA II.8

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS						
ACEITE	GRAVEDAD ESPECIFICA 60/60 °F	RESIDUO DE CARBON %	% DE CENIZAS *	% DE PENTANOS **	P.P.M DE ANTICONGELANTE.	NO.DE SAPO-NIFICACION
N.C.A.	0.886	1.03	.804	.04	NA	3140
U.D.O.	0.905	4.68	NA	2.09	NA	16.7
RE.REF.	0.883	0.0	0.05	0.02	NA	0.46
RE.REFAD.	0.893	1.5	0.94	0.03	NA	4.9

ACEITE	NO.TOTAL DE ACIDO	NO.TOTAL BASICO	DILUCION DE % GASOLINA.	N %	S %	CL %
N.C.A.	1.600	4.415	0.0	0.040	0.436	0.0
U.D.O.	6.160	0.920	3.5	0.096	0.36	0.3
RE.REF.	0.146	0.000	0.0	0.008	0.19	0.0
RE.REFAD.	2.480	8.300	NA	0.064	0.31	0.0

N.C.A. = ACEITE NUEVO CON ADITIVO  
 U.D.O. = ACEITE USADO  
 RE.REF. = ACEITE RE-REFINADO  
 RE.REFAD. = ACEITE RE-REFINADO

NA = NO DISPONIBLE  
 \* = SULFATADAS  
 \*\* = INSOLUBLES

TABLA III.9

PROPIEDADES RELACIONADAS CON LA CALIDAD						
ACEITE	VISCOSIDAD			INDICE DE VISCOSIDAD	ESPUMA	PUNTO DE CONGELACION ° F
	SUS 100°F	SUS 210°F	CCS POISE			
N.C.A.	503	68.69	85.3	128	PASA	
U.D.O.	340	63.2		154	FALLO	- 35
RE.REF.	430	58.7	90.0	92	PASA	- 10
RE-REFAD.	529	64.7	121	96	PASA	NA
ACEITE	DESGASTE		CORROSION	ESTABILIDAD A LA OXIDACION		PUNTO DE FLASH °F
N.C.A.	21		NA	PASA		380
U.D.O.	66			FALLO		370
RE.REF.	34		PASA			405
RE.REFAD.	21		PASA			405

N.C.A. = ACEITE NUEVO CON ADITIVO  
 U.D.O. = ACEITE USADO  
 RE.REF. = ACEITE RE-REFINADO  
 RE.REFAD. = ACEITE RE-REFINADO CON ADITIVOS  
 NA = NO DISPONIBLE.

TABLA III.10

ANALISIS DE HIDROCARBURDS				
ACEITE	NAFTENOS	MONDAROMATICOS	DIAROMATICOS	AROMATICOS --
	PARAFINAS			POLARES Y POLYNUCLEARES
	%	%	%	%
N.C.A.	80.3	12.1	3.8	3.9
U.D.O.	80.0	11.4	3.8	4.9
RE.REF.	77.7	14.0	4.4	4.0
ACEITE	INDICE DE	GRAVEDAD	VISCOSIDAD	
	VISCOSIDAD	ESPECIFICA	100 °F	
		60/60 °F		
N.C.A.	178	0.878	280	
U.D.O.	165	0.897	285	
RE.REF.	92	0.883	430	

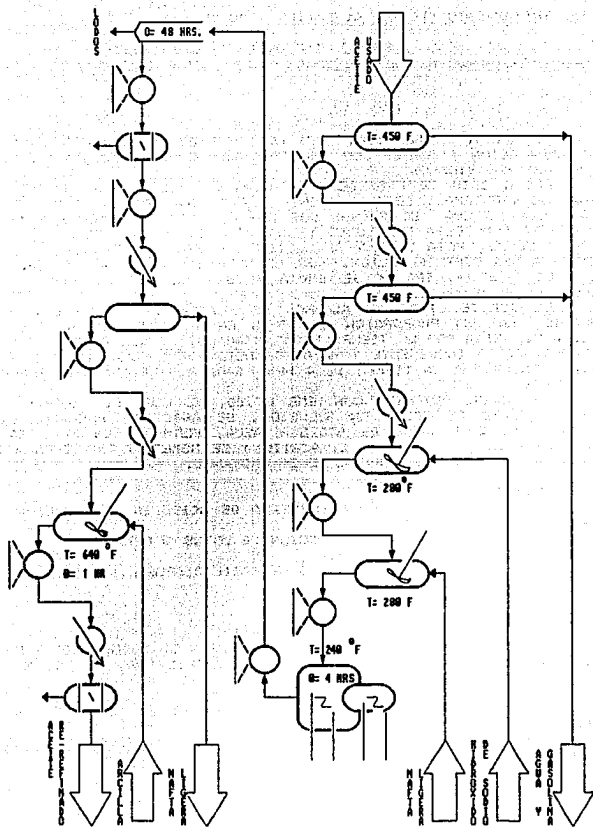
N.C.A. = ACEITE NUEVO CON ADITIVOS  
 U.D.O. = ACEITE USADO  
 RE.REF. = ACEITE RE-REFINADO

#### ANALISIS DE LOS DATOS:

EL ANALISIS DEL TIPO DE HIDROCARBUROS, MUESTRAN QUE SU CONTENIDO SON SIMILARES A LOS DEL ACEITE NUEVO CON UNA VARIACION EN LA FRACCION DIAROMATICA. LA REMOSION DE METALES FUE ADECUADA, LA ESTABILIDAD A LA OXIDACION ES SATISFATORIA; CUANDO ESTOS ACEITES SON REFORMULADOS CON UN ANTIOXIDANTE, AL IGUAL QUE PARA EL CASO DE FORMACION DE ESPUMA. INDICE DE VISCOSIDAD BAJO, EN PRUEBA DE MOTOR TIENE UN ALTO VALOR DE DESGASTE.



DIAGRAMA GRAFICO DEL T. CAUSTICO (FIG. 3.6) 17



### 3.1.8 TRATAMIENTO ALCOHOL ALIFATICO - ACIDO (5)

ESTE PROCESO FUE PATENTADO POR BROWNAWELL, D.W. Y R.H. RENARD Y ASIGNADO A "ESSO RESEARCH AND ENGINEERING Co".

#### DESCRIPCION DEL PROCESO:

EL ACEITE USADO (fig. 3.7) ES SOMETIDO A DESHIDRATACION POR UNA SEPARACION FLASH Y CON UNA SEGUNDA SE ELIMINAN TAMBIEN LOS HIDROCARBUROS LIGEROS.

HECHO ESTO SE PROCEDE A MEZCLAR EL ACEITE CON UN VOLUMEN IGUAL DE 1-BUTANOL, DEJANDO ACENTAR LA MEZCLA POR UN TIEMPO DE 24 HRS., CON LO CUAL SE FORMAN DOS CAPAS, UNA LIGERAMENTE GRIS LA CUAL ESTA COMPUESTA POR LODOS Y UNA OSCURA FORMADA POR EL ACEITE Y EL ALCOHOL. ESTA ULTIMA SE CALIENTA HASTA UNA  $T = 110^{\circ} F$  Y SE SOMETE A UNA CENTRIFUGACION, PARA REMOVER TRAZAS DE LODOS. SIGUIENDO EL ACEITE SE FILTRA Y SE ENVIA A UNA SEPARACION FLASH PARA RECUPERAR EL ALCOHOL.

EL ACEITE LIBRE DE ALCOHOL SE MEZCLA CON ACIDO SULFURICO FUMANTE, EN UNA PROPORCION DE 15 % EN VOLUMEN DEL ACEITE, LA MEZCLA SE AGITA POR UN TIEMPO DE 45 MINUTOS, LO QUE ORIGINA QUE LA TEMPERATURA SE INCREMENTE Y HAYA FORMACION DE ESPUMA, LA MEZCLA SE DEJA ASENTAR POR UN TIEMPO DE 4 HRS. PARA POSTERIORMENTE DECANTAR EL ACEITE.

EL ACEITE OBTENIDO CONTIENE ACIDO, EL CUAL ES NEUTRALIZADO POR CARBONATO DE SODIO EN SOLUCION. SE AÑADE 2-PROPANOL PARA EXTRAER LOS SULFONATOS DE SODIO Y AGUA, FORMADOS EN EL PASO DE NEUTRALIZACION, SE DECANTA EL ACEITE Y SE SOMETE A UNA SEPARACION FLASH PARA RETIRAR LAS TRAZAS DE 2-PROPANOL.

#### VENTAJAS:

- 1.- REDUCE LA CANTIDAD EMPLEADA DE ACIDO EN COMPARACION DEL TRADICIONAL ACIDO-ARCILLA.
- 2.- SE DISMINUYE LA PRODUCCION DE LODOS ACIDOS.
- 3.- ES UN PROCESO SENCILLO.
- 4.- SOLVENTES Y/O REACTIVOS DE FACIL DISPONIBILIDAD.

#### DESVENTAJAS:

- 1.- UNA RECUPERACION DEL 53 %.
- 2.- LARGOS PERIODOS DE ASENTAMIENTO.
- 3.- AUN CUANDO SE REDUCE LA PRODUCCION DE LODOS, ESTOS NO SE ELIMINAN, INCLUSO NO HAY DISMINUCION SIGNIFICATIVA DE LOS MISMOS CON RESPECTO AL ACIDO-ARCILLA.
- 4.- PRODUCTO DE POCA CALIDAD.
- 5.- NO HAY EVIDENCIA DE QUE EL PROCESO SE LLEVE A CABO A ESCALA INDUSTRIAL.
- 6.- EL PRODUCTO PRESENTA UN ALTO CONTENIDO DE SODIO, DEBIDO A LA ETAPA DE NEUTRALIZACION.

## ASPECTOS TECNICOS:

TABLA III.11

ANALISIS DEL CONTENIDO DE METALES (ppm)									
ACEITE	Ba	Ca	Mg	Na	P	Zn	Al	Cr	Cu
N.C.A.	578	934	107	324	NA	1044	(4)	NA	(4)
U.D.O.	312	2135	61	26	1230	1444	19	5	26
RE.REF.	3	4	0	2075	NA	2	0	0	0
RE.REFAD.	4	1775	573	1395	NA	1425	NA	NA	NA
ACEITE	Fe	K	Mn	Ni	Pb	Si	Sn	V	
N.C.A.	(4)	NA	NA	(4)	(4)	220	(4)	(4)	
U.D.O.	448	2	3	2	12125	49	11	0	
RE.REF.	0	1	0	1	191	2	0	0	
RE.REFAD.	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	

N.C.A. = ACEITE NUEVO CON ADITIVOS  
 U.D.O. = ACEITE USADO  
 RE.REF. = ACEITE RE-REFINADO  
 RE.REFAD. = ACEITE RE-REFINADO CON ADITIVOS  
 NA = NO DISPONIBLE  
 (4) = DETECTADO POR DEBAJO DEL LIMITE.

TABLA III.12

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS							
ACEITE	GRAVEDAD ESPECIFICA 60 ° /60 °F	RESIDUO DE % CARBON	% DE CENIZAS SULFATADAS	% DE PENTANOS INDOLUBLES	P.P.M DE ANTICONGELANTE.		
N.C.A.	0.886	1.03	0.804	0.04	NA		
U.D.O.	0.905	4.68	NA	2.09	NA		
RE.REF.	0.862	1.8	0.38	0.04	NA		
RE.REFAD.	0.873	2.7	1.44	0.02	NA		
ACEITE	NO. DE SAPONIFICACION	NO. TOTAL ACIDO	NO. TOTAL BASICO	DILUCION DE GASOLINA. %	N %	S %	CI %
N.C.A.	3.140	1.6	4.415	0.0	0.040	0.436	0.0
U.D.O.	16.7	6.16	0.92	3.5	0.096	0.360	0.3
RE.REF.	0.03	0.064	0.77	0.08	0.006	0.13	0.0
RE.REFAD.	4.71	1.67	7.78	NA	0.089	0.30	0.0

N.C.A. = ACEITE NUEVO CON ADITIVOS  
 U.D.O. = ACEITE USADO  
 RE.REF. = ACEITE RE-REFINADO  
 RE.REFAD. = ACEITE RE-REFINADO CON ADITIVOS

TABLA III.13

PROPIEDADES RELACIONADAS CON LA CALIDAD							
ACEITE	VISCOSIDAD			INDICE DE VISCOSIDAD	ESPUMA	PUNTO DE CONGELACION °F	DESGASTE
	SUS 100	SUS 210°F	CCS POISE				
N.C.A.	503	68.69	85.3	128	PASA		21
U.D.O.	340	63.2		154	FALLO	- 35	66
RE.REF.	174	45.7	14.6	113	NA	NA	FALLO
RE.REFAD.	315	60.6	23.9	151	NA	NA	

ACEITE	CORROSION	ESTABILIDAD A LA OXIDACION	PUNTO DE FLASH °F
U.D.O.		FALLO	370
RE.REF.	FALLO		345
RE.REFAD.			NA

N.C.A. = ACEITE NUEVO CON ADITIVOS  
 U.D.O. = ACEITE USADO  
 RE.REF. = ACEITE RE-REFINADO  
 RE.REFAD. = ACEITE RE-REFINADO CON ADITIVOS  
 NA = NO DISPONIBLE

TABLA III.14

ANALISIS DE HIDROCARBUROS				
ACEITE	NAFTENOS PARAFINAS	MONOAROMATICOS	DIAROMATICOS	AROMATICOS POLARES Y POLYNUCLEARES
	%	%	%	%
N.C.A.	80.3	12.1	3.8	3.9
U.D.O.	80.0	11.4	3.8	4.9
RE.REF.	91.4	6.3	1.4	1.0

ACEITE	INDICE DE VISCOSIDAD	GRAVEDAD ESPECIFICA 60 ° / 60 ° F	VISCOSIDAD 100 ° F SUS
N.C.A.	178	0.878	280
U.D.O.	165	0.877	285
RE.REF.	113	0.862	174

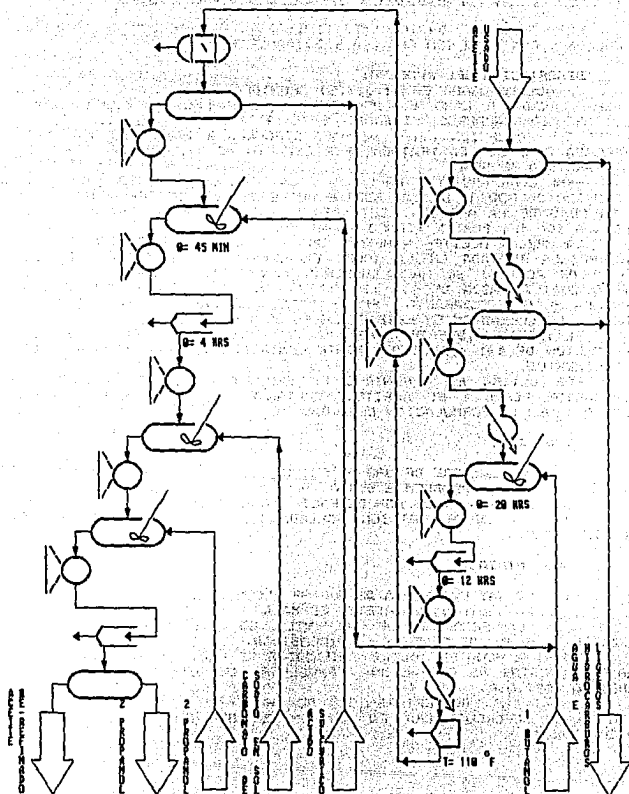
## ANALISIS DE LOS DATOS:

NO EXISTEN CAMBIOS MUY NOTORIOS DE LA CANTIDAD DE LODOS PRODUCIDOS CON RESPECTO AL TRADICIONAL ACIDO-ARCILLA.

DEBIDO AL TRATAMIENTO HAY UNA DESTRUCCION DE COMPUESTOS AROMATICOS, LO QUE PODRIA AFECTAR LA LUBRICIDAD NATURAL DEL ACEITE.

EL ALTO CONTENIDO DE SODIO SE DEBE A LA CONTRIBUCION DE ESTE METAL POR LA ETAPA DE NEUTRALIZACION. LAS PRUEBAS DE DESGASTE Y CORROSION PARA ESTE ACEITE FALLARON. LA RECUPERACION DE ACEITE FUE DEL 53 %, LO QUE SIGNIFICA UNA POBRE RECUPERACION. LA CALIDAD DEL ACEITE NO ES MUY COMPETITIVA. LA REMOCION DE CENIZAS , CARBON, Fe Y Pb NO FUE ADECUADA.

DIAGRAMA GRAFICO DEL T. ALCOHOL-ACIDO <FIG. 3.7> 93



### 3.1.9 PROCESO DE PERCOLACION A TRAVES DE ARCILLA TRATADA (14)

ESTE PROCESO BASICAMENTE EMPLEA DESHIDRATACION DEL ACEITE, DILUCION, CONTACTO CON ARCILLA Y EXTRACCION.

#### **DESCRIPCION DEL PROCESO:**

EL ACEITE USADO ES (fig.3.8) DESHIDRATADO POR UNA SEPARACION FLASH LLEVADA A CABO EN DOS ETAPAS, LOGRANDO AL MISMO TIEMPO RETIRAR HIDROCARBUROS LIGEROS. ESTE ACEITE ES MEZCLADO CON N-HEXANO EN PROPORCION 1:1 Y SE HACE CIRCULAR A TRAVES DE UNA TORRE EMPACADA CON ARCILLA TRATADA, POR ESPACIO DE 3 HRS. PARA PREPARAR ESTA ARCILLA SE DEBE:

••MEZCLAR ARCILLA (MALLA 30 / 60) CON UNA SOLUCION ACUOSA DE HIDROXIDO DE SODIO, DE TAL SUERTE QUE ESTE ULTIMO REPRESENTA EL 10 % EN PESO DE LA ARCILLA. ESTA MEZCLA SE COLOCA EN CHAROLAS Y SE SECAN A 100 °F, POR UN TIEMPO DE 48 HRS.

LA MEZCLA ACEITE- N-HEXANO UNA VEZ QUE SE HA HECHO PASAR POR LA ARCILLA TRATADA EN LA TORRE EMPACADA ( 3 LB DE ARCILLA POR GALON DE ACEITE) SE HACE COMBINAR CON ARCILLA BLANQUEADORA (DE MALLA 200) A RAZON DE 0.5 LB POR GALON. LA MEZCLA ES FILTRADA Y ENVIADA A UNA SEPARACION FLASH PARA RECUPERAR EL N-HEXANO. LA PRESION DE OPERACION EN ESTE FLASH ES DE 10 mm DE Hg.

EL ACEITE LIBRE DE N-HEXANO SE MEZCLA CON N-PENTANO EN UNA PROPORCION DE 4:1 Y POSTERIORMENTE CENTRIFUGADO PARA REMOVER LODOS Y SEDIMENTOS.

POR ULTIMO EL N-PENTANO ES REMOVIDO DEL ACEITE POR UNA SEPARACION FLASH Y EL ACEITE RESULTANTE SE MEZCLA CON ADITIVOS PARA OBTENER LA FORMULACION DESEADA.

#### **VENTAJAS:**

- 1.- NO REQUIERE DE USO DE ACIDO
- 2.- NO HAY PROBLEMAS SERIOS DE CORROSION
- 3.- LOS REACTIVOS SON DE FACIL DISPONIBILIDAD
- 4.- LA CENTRIFUGACION ACELERA EL PROCESO Y AUMENTA LOS RENDIMIENTOS

#### **DESVENTAJAS:**

- 1.- NO HAY EVIDENCIA DE QUE SE LLEVE A ESCALA INDUSTRIAL
- 2.- LA CALIDAD DEL ACEITE ES MALA
- 3.- LA REMOCION DE SOLVENTES NO FUE ADECUADA COMO LO INDICAN EL PUNTO DE FLASH Y LA VISCOSIDAD.
- 4.- SE REQUIERE ALTAS CANTIDADES DE ARCILLA, ORIGINANDO ASI MAYORES COSTOS DE OPERACION Y PROBLEMAS DE DISPONIBILIDAD DE LA ARCILLA ACEITOSA.
- 5.- LOS REQUERIMIENTOS DE N-HEXANO Y N-PENTANO SON ELEVADOS, REPERCUTIENDO EN UN INCREMENTO EN LOS COSTOS DE OPERACION.



6.-PERDIDAS SIGNIFICATIVAS DEL ACEITE AL PASAR POR LA COLUMNA EMPACADA, AUN CUANDO SE SOMETE A UN LAVADO ESTA ULTIMA CON N-HEXANO.

7.- INCORPORA EL SISTEMA DE CENTRIFUGACION, LO QUE ORIGINA QUE LOS COSTOS DE INVERSION AUMENTEN.

8.-LA REMOSION DE METALES NO FUE ADECUADA.

9.-LOS VALORES DE CENIZAS SULFATADAS Y RESIDUOS DE CARBON, NO SON COMPARABLES CON EL ACEITE VIRGINIA.

10.-PRODUCTO DE BAJA VISCOSIDAD.

#### ASPECTOS TECNICOS:

TABLA III.15

ANALISIS DEL CONTENIDO DE METALES (ppm)									
ACEITE	Ba	Ca	Mg	Na	P	Zn	Al	Cr	Cu
N.C.A.	578	934	107	324	NA	1044	(4)	NA	(4)
U.D.O.	312	2135	61	26	1230	1994	19	5	26
RE.REF.	185	2220	21	13	NA	232	8	6	2
ACEITE	Fe	K	Mn	Ni	Pb	Si	Sn	V	
N.C.A.	NA	NA	(4)	(4)	(4)	220	(4)	(4)	
U.D.O.	448	2	3	2	12125	49	11	0	
RE.REF.	103	5	2	1	3194	11	7	0	

N.C.A. = ACEITE NUEVO CON ADITIVOS

U.D.O. = " USADO

RE.REF. = " RE-REFINADO

NA = NO DISPONIBLE

(4) = DETECTADO POR DEBAJO DEL LIMITE

TABLA III.16

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS					
ACEITE	GRAVEDAD ESPECIFICA 60 / 60 °F	RESIDUO DE % CARBON	% DE CENIZAS SULFATADAS	% DE PENTANOS INSOLUBLES	P.P.M DE ANTICON- GELANTE
N.C.A.	0.886	1.03	0.804	0.04	NA
U.D.O.	0.905	4.68	NA	2.09	NA
RE.REF.	0.868	2.50	1.56	0.34	NA

ACEITE	NO. DE SAPONIFI- CACION	NO. TOTAL ACIDO	NO. TOTAL BASICO	DILUCION DE % GASOLINA	N %	S %	CI %
N.C.A.	3.140	1.6	4.415	0.0	0.04	0.436	0.0
U.D.O.	16.7	6.16	0.92	3.5	0.096	.36	0.0
RE.REF.	4.16	2.26	3.18	0.6	0.42	.14	0.0

N.C.A. = ACEITE NUEVO CON ADITIVOS  
 U.D.O. = " USADO  
 RE.REF. = " RE-REFINADO  
 NA = NO DISPONIBLE

TABLA III.17

PROPIEDADES RELACIONADAS CON LA CALIDAD							
ACEITE	VISCOSIDAD			INDICE DE VISCOSIDAD	ESPUMA	PUNTO DE CONGELACION.*F	DESGASTE
	SUS 100°F	SUS 210°F	CCS POISE				
N.C.A.	503	68.69	85.3	128	PASA		21
U.D.D.	340	63.2		154	FALLO	- 35	66
RE.REF.	165	50.7	6.2	201	NA	NA	NA

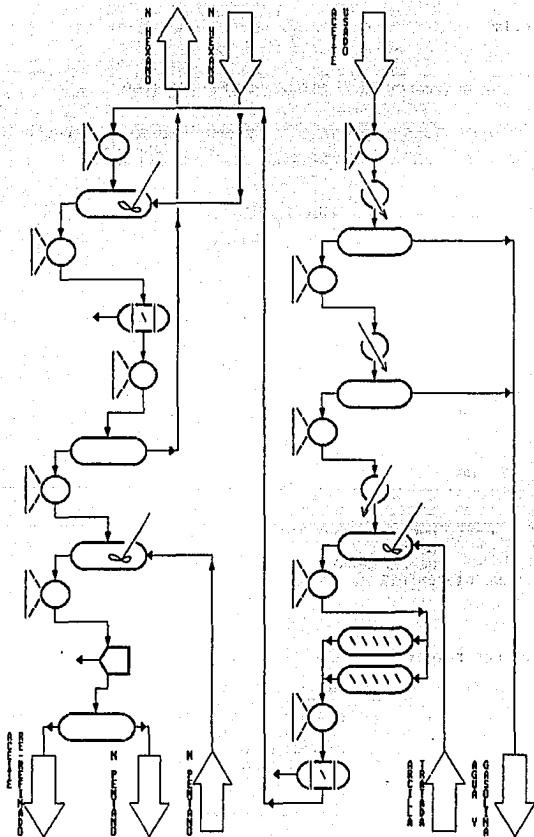
ACEITE	CORROSION	ESTABILIDAD A LA OXIDACION	PUNTO DE FLASH *F
U.D.D.		FALLO	370
RE.REF.	NA	NA	88

N.C.A. = ACEITE NUEVO CON ADITIVOS  
 U.D.D. = " USADO  
 RE.REF. = " RE-REFINADO  
 NA = NO DISPONIBLE

## ANALISIS DE LOS DATOS:

LA REMOCION DE METALES NO FUE SATISFACTORIA, NI DE AQUELLOS DEBIDOS A LOS ADITIVOS NI A LOS DE DESGASTE, INCLUSO NI AL PLOMO DEBIDO AL COMBUSTIBLE. LA EFICIENCIA DEL PROCESO PARA ELIMINAR RESIDUOS DE CARBON, CENIZAS Y GASOLINA NO FUE ADECUADA ( VALORES PRESENTES DE CASI EL DOBLE CON RESPECTO AL ACEITE NUEVO). CON ESTE METODO SE ABATIO CONSIDERABLEMENTE LA VISCOSIDAD Y EL PUNTO DE FLASH.

DIAGRAMA GRAFICO DEL P. ARCILLA TRATADA (FIG. 3.B) 98



### 3.1.10 TRATAMIENTO CON PEROXIDO DE HIDROGENO - HIDROXIDO DE SODIO Y CLORURO DE ALUMINO (5)

G.L. GULICK PATENTO ESTE METODO (5) (14) QUE ASIGNO A LA INDUSTRIA "QUVOE-CHEMICAL". ESTE METODO EMPLEA TECNICAS DE ADICION DE COMPUESTOS QUIMICOS PARA ROMPER LAS PELICULAS GAS-LIQUIDO ABSORVIDAS SOBRE LAS PARTICULAS CONTAMINANTES QUE SON LLEVADAS EN SUSPENSION POR LOS ACEITES DEBIDO A LOS ADITIVOS. EL COMPUESTO QUIMICO PARA ESTE PROCESO ES EL PEROXIDO DE HIDROGENO.

#### DESCRIPCION DEL PROCESO:

EL ACEITE LUBRICANTE USADO (fig 3.9) SE MEZCLA CON HIDROXIDO DE SODIO Y PEROXIDO DE HIDROGENO, AMBOS A RAZON DE 0.1 % DE LA CARGA.

LA MEZCLA SE AGITA POR 2 HRS. A UNA TEMPERATURA DE 150 °F. POSTERIORMENTE SE MANDA A TANQUES DE ASENTAMIENTO POR UN TIEMPO DE 24 HRS., EL ACEITE QUE SE OBTIENE DE ESTOS DOS TANQUES SE SOMETE A CENTRIFUGACION PARA ELIMINAR TRAZAS DE LODOS.

A ESTE ACEITE SE LE MEZCLA CLORURO DE ALUMINIO ANIHIDRO, A RAZON DE 0.5 % EN PESO, Y SE SOMETE A CALENTAMIENTO A UNA TEMPERATURA DE 180 °F, POR UNA HORA, DESPUES DE ESTE TIEMPO SE ENFRIA Y SE DEJA ASENTAR POR 8 HRS., PARA DESPUES FILTRAR Y CENTRIFUGAR EL ACEITE.

#### VENTAJAS:

- 1.- LAS CONDICIONES DE TEMPERATURA Y PRESION NO SON EXTREMAS.
- 2.- ELIMINA EL USO DE ACIDO.
- 3.- LAS SUSTANCIAS QUE SE EMPLEAN SON DE FACIL DISPONIBILIDAD.
- 4.- EL PROCESO SEGUN LA PATENTE RECUPERA HASTA EL 86 % DE LA ALIMENTACION.

#### DESVENTAJAS:

- 1.- EL PROCESO ES SIMPLE, PERO AUN NO SE APLICA A ESCALA INDUSTRIAL, SOLO A NIVEL LABORATORIO.
- 2.- ESTE TRATAMIENTO FUE MUY POCO EFECTIVO PARA LA REMOCION DE METALES, TAL COMO LO INDICAN LOS DATOS TABULADOS.
- 3.- EL CONTENIDO DE PENTANOS INSOLUBLES, CENIZAS SULFATADAS, RESIDUOS DE CARBON Y DILUCION CON GASOLINA, MOSTRARON ALTOS NIVELES, CASI DEL 50 % DEL CONTENIDO EN UN ACEITE USADO.
- 4.- LAS PRUEBAS DE DESARROLLO COMO LUBRICANTE DEL ACEITE RE-REFINADO POR ESTE METODO, FUERON DE MUY BAJO VALOR, POCO COMPETITIVO CON LOS ACEITES NUEVOS.
- 5.- REQUIERE DE GRANDES TIEMPOS DE ASENTAMIENTO.

TABLA III.18

ANALISIS DEL CONTENIDO DE METALES (ppm)									
ACEITE	Ba	Ca	Mg	Na	P	Zn	Al	Cr	Cu
N.C.A.	578	934	107	324	NA	1044	(4)	NA	(4)
U.D.O.	312	2135	61	26	1230	1994	19	5	26
RE.REF.	152	2161	40	454	NA	665	NA	NA	NA
ACEITE	Fe	K	Mn	Ni	Pb	Si	Sn	V	
N.C.A.	NA	NA	(4)	(4)	(4)	220	(4)	(4)	
U.D.O.	448	2	3	2	12125	44	11	0	
RE.REF.	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	

TABLA III.19

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS						
ACEITE	GRAVEDAD ESPECIFICA 60 °F / 60 °F	RESIDUO DE % CARBON	% DE CENIZAS SULFA- TADAS.	% DE PENTANOS INSOLU- LUBLES.	P.P.M DE ANTICON- GELANTE	NO DE SAPO- NIFICACION.
N.C.A.	0.886	1.03	0.804	0.04	NA	31.40
U.D.O.	0.905	4.68	NA	2.09	NA	16.7
RE.REF.	0.893	4.20	2.57	1.08	NA	11.1
ACEITE	ND. TOTAL DE ACIDO	ND. TOTAL BASICO	DILUCION % DE GASOLINA	N %	S %	C1 %
N.C.A.	1.6	4.415	0.0	0.040	0.436	0.0
U.D.O.	6.16	0.92	3.5	0.096	0.36	0.3
RE.REF.	6.36	1.83		1.2	0.069	0.27

TABLA III.20

PROPIEDADES RELACIONADAS CON LA CALIDAD							
ACEITE	VISCOSIDAD		INDICE		ESPUMA	PUNTO DE CONGELACION. °F	DESGASTE
	SUS 100°F	SUS 210°F	CCS POISE	DE VISCOSIDAD			
N.C.A.	503	68.69	85.3	128	PASA		21
U.D.O.	340	63.2		154	FALLO	- 35	66
RE.REF.	285	58.3	NA	153	NA	NA	NA
ACEITE	CORROSION		ESTABILIDAD A LA OXIDACION		PUNTO DE FLASH °F		
N.C.A.	NA		PASA		380		
U.D.O.			FALLO		370		
RE.REF.	NA				250		

TABLA III.21

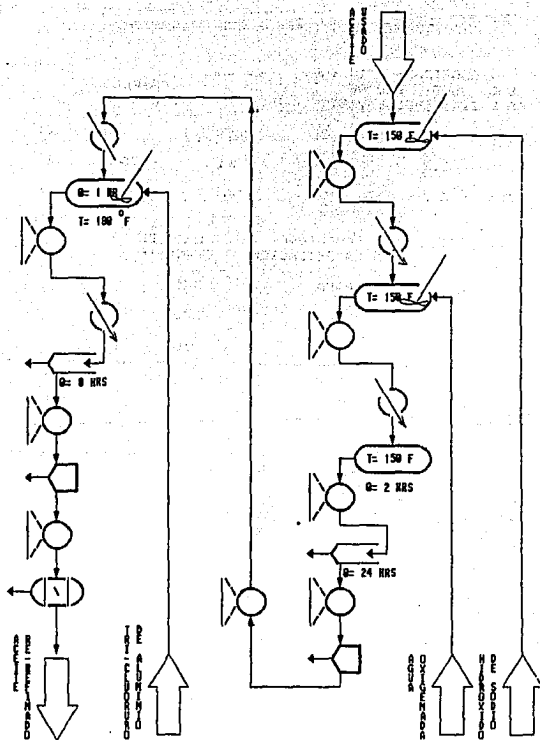
ACEITE	ANALISIS DE HIDROCARBUROS			
	NAFTENOS PARAFINAS %	MONO-AROMATICOS %	DIARO-MATICOS %	AROMATICOS POLARES Y POLYNUCLEARES %
N.C.A.	80.3	12.1	3.8	3.9
U.D.O.	80.0	11.4	3.8	4.9

## ANALISIS DE LOS DATOS:

LA TABLA III.18 MUESTRA QUE LA REMOSION DE METALES NO FUE ADECUADA. LOS DATOS DE PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS TALES COMO RESIDUO DE CARBON, CENIZAS SULFATADAS, PENTANOS INSOLUBLES, NUMERO TOTAL DE ACIDO PRESENTAN VALORES ELEVADOS.

EN CUANTO A LAS PROPIEDADES RELACIONADAS CON LA CALIDAD SE OBSERVA QUE HUBO UN BAJA EN LOS VALORES DE VISCOSIDAD Y DEL PUNTO DE FLASH.

DIAGRAMA GRAFICO DEL TRATAMIENTO CON <FIG. 3.9>  
 PEROXIDO DE HIDROGENO-HIDROXIDO DE SODIO.





3.1.11 PROCESO PROP (9)

ESTE PROCESO (9) (11) (16) ES RESULTADO DE UNA TECNOLOGIA AVANZADA DESARROLLADA POR PHILIPS PETROLEUM COMPANY, BARTLESVILLE OKLAHOMA, QUE LLEGA A RESTAURAR EL ACEITE LUBRICANTE CASI A SU CALIDAD ORIGINAL. ESTE PROCESO NO PRESENTA PROBLEMAS DE USO DE SUSTANCIAS AMBIENTALMENTE CUESTIONABLES COMO PUEDEN SER ACIDOS O SOLVENTES, NO REQUIERE DE UNA ETAPA DE PRETRATAMIENTO Y NO UTILIZA DESTILACION AL VACIO.

EL PROCESO EN SI COMBINA UNA ETAPA DE DESMETALIZACION QUIMICA E HIDROTRATAMIENTO COMO ETAPA DE FINALIZACION, PARA PRODUCIR ACEITES DE CALIDAD BASTANTE ACEPTABLE.

## LOS PASOS ESCENCIALES SON:

- 1.- PRECIPITACION QUIMICA DE LOS CONTAMINANTES CON UNA SOLUCION ACUOSA DE SULFATO DE AMONIO O DISULFATO DE AMONIO A TEMPERATURAS Y PRESIONES ELEVADAS.
- 2.- SEPARACION DE LOS PRODUCTOS DE REACCION DEL ACEITE.
- 3.- CONTACTO CON ARCILLA PARA REMOVER COMPONENTES METALICOS ADICIONALES.
- 4.- HIDROGENACION PARA PRODUCIR UN BUEN COLOR Y OLOR EN EL ACEITE RESULTANTE.

## DESCRIPCION DEL PROCESO:

COMO SE MENCIONA (fig. 3.10) ANTERIORMENTE ESTE PROCESO CONSTA ESENCIALMENTE DE DOS ETAPAS QUE INVOLUCRA UNA DESMETALIZACION QUIMICA SEGUIDA DE HIDROTRATAMIENTO COMO ETAPA DE FINALIZACION.

EN LA PRIMERA ETAPA; LA DESMETALIZACION, AL ACEITE USADO SE LE INYECTA UNA SOLUCION DE FOSFATO DE AMONIO Y SE HACE PASAR POR UNA SERIE DE REACTORES (TRES) DONDE LA MEZCLA SE AGITA Y SE CALIENTA GRADUALMENTE. LAS REACCIONES SE LLEVAN A CABO CON UN INCREMENTO PROGRESIVO DE TEMPERATURA (320-430 °F) Y UN DESCENSO DE PRESION (350-90 PSIG), ESTO ES INICIALMENTE PARA PROMOVER LA REACCION QUIMICA EN LAS QUE SALES METALICAS ORGANICAS Y LAS PARTICULAS EN SUSPENSION, REACCIONEN CON EL FOSFATO DE AMONIO, PARA FORMAR FOSFATOS METALICOS INSOLUBLES EN ACEITE Y AGUA, (SUSCEPTIBLES DE SER FILTRADOS POSTERIORMENTE).

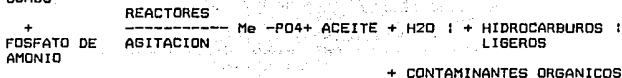
DEBIDO A LAS ALTAS TEMPERATURAS DE REACCION EL AGUA Y LOS HIDROCARBUROS LIGEROS QUE SE ENCUENTRAN EN DILUCION SE EVAPORAN Y SON REMOVIDOS POR LA PARTE SUPERIOR DE LOS REACTORES DURANTE LAS DOS ULTIMAS ETAPAS DE REACCION.

LAS REACCIONES DE LOS METALES PRESENTES EN EL ACEITE USADO SON ESENCIALMENTE COMPLETAS A EXCEPCION DEL ZINC Y EL FOSFORO, PRESENTES COMO DITIOFOSFATO DE ZINC (QUE ES UN ADITIVO ANTIOXIDANTE ORIGINALMENTE PRESENTE EN EL ACEITE) PERO LA ALTA TEMPERATURA QUE SE MANEJA EN LAS DOS ULTIMAS ETAPAS DE REACCION ORIGINA UNA DEGRADACION TERMICA DE ESTOS COMPUESTOS, CON LO QUE DESPUES PUEDEN SER FILTRADOS FACILMENTE.

EN LA ULTIMA ETAPA DE LA SECUENCIA EN LOS REACTORES, EL REMOJO TERMICO ELEVA LA TEMPERATURA DEL PRODUCTO A 650 °F LO QUE ASEGURA LA COALESCENCIA DE LOS FOSFATOS METALICOS EN PARTICULAS SUFICIENTEMENTE GRANDES, QUE PERMITAN SU FILTRACION.

LO ANTERIORMENTE DESCRITO PODRIA INTERPRETARSE EN ECUACIONES QUIMICAS COMO LA SIGUIENTE (XI):

ACEITE  
LUBRICANTE  
USADO



650 °F	COALESCENCIA DE PARTICULAS	FILTRACION	
	DE Me-PO <sub>4</sub>		PRODUCTO DESMETALIZADO

EL AGUA Y LOS HIDROCARBUROS SON ENVIADOS A UN TANQUE DE SEPARACION FLASH PARA SU SEPARACION. MIENTRAS QUE EL ACEITE POR SU PARTE ES CALENTADO PARA REMOVER PARCIALMENTE AZUFRE Y NITROGENO COMO SON SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S Y NH<sub>3</sub>, (EL VOLUMEN DE ESTOS ALCANZA 150 SFC/HR PARA UNA PLANTA DE 2 MILLONES DE GALONES /AÑO).

HECHO ESTO, EL ACEITE ES ENFRIADO Y UNA PARTE DE ESTE ES EMPLEADO PARA PREPARAR UN FILTRO AYUDA ( 1% DE TIERRA DIATOMACEA EN ACEITE) EL CUAL DEBERA SER MEZCLADO CON LA CORRIENTE PRINCIPAL DE ACEITE E INTRODUCIDA A UN FILTRO DE MARCOS Y PLACAS. EL MODULO DE FILTRACION ES UN SISTEMA CERRADO, DISEÑADO PARA OPERAR EN CICLOS DE APROXIMADAMENTE 4-6 HRS., CADA UNO. A LA SALIDA DEL FILTRO, EL PRODUCTO YA DESMETALIZADO, SE ENFRIA Y SE ALMACENA EN UN TANQUE DE PASO.

EL TOTAL DE SOLIDOS DEL ACEITE QUE ENTRAN AL FILTRO ES DE APROXIMADAMENTE 2 % EN PESO, Y EL VOLUMEN DE LA TORTA DE FILTRADO ES DEL ORDEN DE 2-3 VECES MENOR QUE LA OBTENIDA EN EL PROCESO ACIDO-ARCILLA.

UNA VEZ QUE EL ACEITE ES FILTRADO (COMIENZA LA ETAPA DE HIDROFINALIZACION) ES MEZCLADO CON HIDROGENO Y ENVIADO A TANQUES EMPACADOS CON ARCILLA (TIERRA FULLER), CON EL FIN DE REMOVER GOMAS E IMPUREZAS QUE NO FUERON FILTRADAS ANTERIORMENTE. EL ACEITE SALIENTE SE MEZCLA NUEVAMENTE CON HIDROGENO Y SE ENVIA A UN REACTOR EQUIPADO CON SULFURO DE NICKEL Y MOLIBDENO. EL PROPOSITO DEL HIDROTAMIENTO ES MEJORAR EL COLOR DEL PRODUCTO FINAL Y REMOVER EL CLORO, AZUFRE, NITROGENO Y OXIGENO PRESENTES EN EL ACEITE, YA SEA COMO RADICALES EN LAS CADENAS DE HIDROCARBUROS O COMO COMPUESTOS EN SOLUCION. EL ACEITE RESULTANTE SE SOMETE A UNA SEPARACION FLASH PARA RECUPERAR EL HIDROGENO QUE NO REACCIONO. EL CUAL ES ENFRIADO Y ENVIADO A UNA COLUMNA DE LAVADO CON AGUA E HIDROXIDO DE SODIO 10 % EN PESO PARA REMOVER AMONIACO, CLORUROS E HIDROCARBUROS LIGEROS QUE LE ACOMPAÑAN Y PODER RECIRCULARLO NUEVAMENTE.

ACEITE DESMETALIZADO	+ CAMA DE ARCILLA-----	ACEITE HIDROTRATADO	+ GOMAS E IMPUREZAS
	SULFURO DE NIQUEL	ACEITE + HCl   + H <sub>2</sub> S   + NH <sub>3</sub>   + H <sub>2</sub> O	
ACEITE + H <sub>2</sub>	-----		
HIDRO - TRATADO	SULFURO DE MOLIBDENO		

UNA VEZ QUE EL HIDROGENO HA SIDO RETIRADO DEL ACEITE, ESTE ULTIMO SE ENVIA A UN AGOTADOR PARA ELIMINAR EL HCl, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub> Y H<sub>2</sub>O. PARA POSTERIORMENTE SER ENVIADO A UN TANQUE PROVISTO DE VENTEO POR ULTIMO SE ENFRIA Y SE FORMULA CON ADITIVOS SEGUN LAS ESPECIFICACIONES.

#### VENTAJAS: (7) (11)

- 1.- SE OBTIENE UN PRODUCTO DE CALIDAD COMPARABLE A LOS DERIVADOS DEL ACEITE VIRGINIA, PASA LAS PRUEBAS DE DESARROLLO DE MOTOR.
- 2.- UNA RECUPERACION DEL 90 % SOBRE EL ACEITE MOJADO.
- 3.- EN EL PROCESO NO SE PRESENTA CORROSION RESPECTO AL USO DE ACIDOS FUERTES.
- 4.- NO HAY PROBLEMAS DE CONTAMINACION Y RECUPERACION DE SOLVENTE EN EL PROCESO, PUES NO SE EMPLEA ETAPA DE EXTRACCION.
- 5.- NO REQUIERE DE UNA ETAPA DE PRETRATAMIENTO PARA REMOVER EL AGUA E HIDROCARBUROS LIGEROS.
- 6.- LAS SUSTANCIAS QUIMICAS QUE SE EMPLEAN EN ESTE PROCESO SON DE FACIL DISPONIBILIDAD, NO PRESENTAN PROBLEMAS DE MANEJO Y/O ALMACENAMIENTO.
- 7.- LA TORTA QUE SE OBTIENE DE LA FILTRACION TIENE UN VOLUMEN TRES VECES MENOR QU EL DEL TRATAMIENTO TRADICIONAL, ESTA PUEDE ADEMÁS DISPONERSE COMO RELLENO DE ZANJAS, SIN QUE CON ELLO SE TENGAN PROBLEMAS DE CONTAMINACION.
- 8.- EL AGUA DE PROCESO REQUIERE DE UN MINIMO TRATAMIENTO PARA SER DISPUESTA EN EL DRENAJE.
- 9.- ES UN PROCESO CONTINUO.
- 10.- EL CONTENIDO DE METALES DEL PRODUCTO ES MENOR DE 10 ppm.

#### DESVENTAJAS:

- 1.- ES UNA TECNOLOGIA QUE PRESENTA POCAS PROBABILIDADES DE ADAPTARSE A UN PROCESO YA EN FUNCIONAMIENTO.
- 2.- SE DICE QUE LA COMPRA DE LA TECNOLOGIA REQUIERE DE UNA INVERSION BASTANTE ELEVADA.
- 3.- ALTOS COSTOS DE OPERACION.
- 4.- LA DEPENDENCIA DEL PROCESO ANTE EL CATALIZADOR Y AL DAP ES CRUCIAL.
- 5.- LA TORTA DE FILTRADO QUE CONTIENE APROXIMADAMENTE 40-50 % DE HIDROCARBUROS, PLOMO Y ZINC, TRAE COMO CONSECUENCIA UNA DISMINUCION EN LA LUBRICIDAD DEL ACEITE.

(XI) CONTRATO DE COMERCIALIZACION DE ACEITES USADOS; SACS - PEMEX 26 DE JUNIO DE 1985.

**MATERIALES DEL PROCESO:**

TANTO EL HIDROXIDO DE SODIO COMO EL FOSFATO DE AMONIO DEPENDEN DEL TIPO DE ALIMENTACION. POR LO REGULAR SE REQUIERE DE 1 lb DE DAP POR CADA lb DE CENIZAS PRESENTES EN EL ACEITE. EL DAP QUE SE UTILICE DEBE ESTAR LIBRE DE SULFATO DE CALCIO (YESO 21-53-0), PERO EL DAP QUE SE UTILIZA COMO FERTILIZANTE TAMBIEN PUEDE USARSE COMO REACTIVO SOLO CUANDO EL SULFATO DE CALCIO QUE CONTIENE SE LE RETIRE PREVIAMENTE (CASI DEL 15 % Y TAL VEZ OTRAS IMPUREZAS ) PUES ESTE INTERFIERE EN LA FILTRACION Y EN LA ETAPA DE DESMETALIZACION. UNA EXCELENTE ALTERNATIVA ES EL USAR EL FERTILIZANTE LIQUIDO (10-30-0) QUE AUN CUANDO SE USA EN MAYOR PORDORCION QUE EL ORIGINAL DAP (1.58 lb DE FERTILIZANTE LIQUIDO POR 1b DE DAP ORDINARIO) RESULTA MAS ECONOMICO. POR SU PARTE EL HIDROXIDO DE SODIO QUE SE EMPLEA ES DE UNA CONCENTRACION DE 20 % EN PESO.

ASPECTOS ECONOMICOS:

COSTOS DE INVERSION: (PARA UNA PLANTA DE 10 MILLONES DE GALONES AL AÑO):  
1,650,000 DOLARES

COSTOS DE MATERIAL DE PROCESO:

SE ESTIMAN EN 11.5  $\frac{\$}{\text{U.S.}}$  POR GALON DE ALIMENTACION (1974)  
Y SE CONSIDERAN LOS SIGUIENTES:

FOSFATO DE AMONIO  
FILTRO AYUDA  
ARCILLA  
HIDROGENO (98 %)  
SULFURO DE NIQUEL  
SULFATO DE MOLIBDENO (CATALIZADOR)  
HIDROXIDO DE SODIO

REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS:

SERVICIOS	TAMANO DE LA PLANTA		
	2 MILL.	5 MILL.	10 MILL.
VAPOR 150 PSI (lb/HR)	900	2200	4100
ELECTRICIDAD Kwh/hr:	85	125	195
AGUA DE ENFRIAMIENTO GAL/AÑO	300	780	1500
COMBUSTIBLE MILL.BTU/hr.	0.85	2.02	3.75

COSTOS DE OPERACION (POR GALON DE ALIMENTACION)

	$\frac{\$}{\text{U.S.}}$ POR GALON ALIMENTADO		
	2 MILL.	5 MILL.	10 MILL.
MATERIALES PARA PROCESO	11.5	11.5	11.5
SERVICIOS	3.2	2.7	2.4
MANO DE OBRA	9.5	3.8	1.9
MANTENIMIENTO (MATERIALES)	1.3	0.6	0.4
TOTAL	25.5	18.6	16.20

COSTOS DE OPERACION SOLO PARA LA ETAPA DE DESMETALIZACION:

	$\frac{\$}{\text{U.S.}}$ GALON ALIMENTADO		
	2 MILL.	5 MILL.	10 MILL.
QUIMICOS	2.75	2.75	2.75
SERVICIOS	1.71	1.52	1.37
MANO DE OBRA	4.91	1.95	0.99
MANTENIMIENTO (MATERIALES)	0.61	0.32	0.21
TOTAL	9.98	6.54	5.32

## ASPECTOS TECNICOS:

TABLA III.21

ACEITE	ANALISIS DEL CONTENIDO DE METALES									
	ppm									
	Ba	Ca	Mg	Na	P	Zn	Al	Cr	Cu	
N.C.A.	578	934	107	324	NA	1044	(4)	NA	(4)	
U.D.O.	312	2135	61	26	1230	1994	19	5	26	
RE.REF.	0.4	1	0.5	NA	23	2	0.3	0.3	2	
ACEITE	Fe	K	Mn	Ni	Pb	Si	Sn	V		
N.C.A.	(4)	NA	NA	(4)	(4)	220	(4)	(4)		
U.D.O.	448	2	3	2	12125	49	11	0		
RE.REF.	0.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		

TABLA III.22

ACEITE	PROPIEDADES RELACIONADAS CON LA CALIDAD					
	VISCOSIDAD		INDICE DE VISCOSIDAD		PUNTO DE CONGELACION	PUNTO DE FLASH
	SUS 100°F	SUS 210°F	CCS	POISE	° F	° F
N.C.A.	503	68.69	85.3	128		380
U.D.O.	340	63.2		154	- 35	370
RE.REF.	290	52.4	62.4	102	5	420

TABLA III.23

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS						
ACEITE	GRAVEDAD ESPECIFICA 60°F	RESIDUO DE % CARBON	% DE CENIZAS SULFATADAS	% DE PENTANOS INSOLUBLES	P.P.M. DE ANTICONGELANTE.	
N.C.A.	0.886	1.03	0.804	0.04	NA	
U.D.O.	0.905	4.68	NA	2.09	NA	
RE.REF.	0.877	0.04	0.01	NA	NA	
ACEITE	NO. DE SAPONIFICACION	NO. TOTAL ACIDO	NO. TOTAL BASICO	DILUCION DE % GASOLINA	N %	S %
N.C.A.	3.140	1.6	4.415	0.0	0.040	0.436
U.D.O.	16.70	6.16	0.092	3.5	0.096	0.36
RE.REF.	NA	NA	NA	NA	NA	NA

## ANALISIS DE RESULTADOS:

SE PUEDE OBSERVAR QUE EL CONTENIDO DE FOSFORO Y ZINC ES NOTORIAMENTE INFERIOR AL DEL ACEITE USADO Y AL DEL NUEVO, LO QUE SEÑALA QUE EN LA ETAPA DE DESMETALIZACION LAS TEMPERATURAS QUE SE MANEJAN SON EXCELENTE PARA LA DEGRADACION DE LOS COMPUESTOS DE FOSFORO Y ZINC. EL TOTAL DEL CONTENIDO DE METALES DE ESTE ACEITE NO REBASA EL 11 P.P.M.

LOS CONTAMINANTES COMO GASOLINA, PENTANOS INSOLUBLES, RESIDUOS DE CARBON, ENTRE OTROS FUERON REMOVIDOS EFICIENTEMENTE.

POR SU PARTE LAS PROPIEDADES RELACIONADAS CON LA CALIDAD REFLEJAN VALORES INFERIORES A LOS DEL ACEITE NUEVO Y A LOS DEL USADO, PERO HAY QUE RECORDAR QUE ESTAS PROPIEDADES ESTAN EN FUNCION DE LA CALIDAD DE LA ALIMENTACION, Y ES PROBABLE QUE EL ACEITE USADO ALIMENTADO FUESE DE PROPIEDADES DE ESTE GENERO UN TANTO DE BAJO VALOR.





### 3.1.12 PROCESO ACIDO-ARCILLA (5) (11)

ES DURANTE LA PRIMERA Y SEGUNDA GUERRA MUNDIAL QUE ESTE PROCESO (5) (10) (11) (14) SE ENCONTRABA MUY DIFUNDIRO TANTO EN LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA COMO EN EUROPA. ES EN ESTE PERIODO QUE EL PROCESO LOGRA SU MAYOR AUQE INCLUSO LLEGO A CONTRIBUIR CASI EN EL 80% DEL ACEITE RE-REFINADO DE ESE ENTONCES.

A LA LLEGADA DE LOS SESENTAS LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ Y MILITAR EXIGEN YA UN MAYOR SERVICIO DE LUBRICACION EN CUANTO A COMPORTAMIENTO DEL ACEITE A CONDICIONES EXTREMAS YA SEAN CLIMATICAS O DE MANEJO. POR LO QUE SE ORIGINA QUE LA MAYORIA DE ACEITES LUBRICANTES SE VEAN ACOMPAÑADOS DE PAQUETES DE ADITIVOS. ESTOS ADITIVOS PRESENTES EN EL ACEITE ORIGINAN QUE LA ARCILLA Y EL ACIDO SULFURICO EMPLEADOS EN ESTE PROCESO SE REQUIERAN EN GRANDES CANTIDADES. PROPICIANDO CON ESTO, ALTOS COSTOS Y GRANDES PROBLEMAS DE POLUCION. HOY EN DIA SON CONTADAS LA EMPRESAS QUE EMPLEAN ESTE METODO ORIGINAL.

#### DESCRIPCION DEL PROCESO:

ESTE PROCESO INICIA (fig. 3.11) CON UNA DOBLE ETAPA DE SEPARACION INSTANTANEA A 500 °F., CON LA FINALIDAD DE RETIRAR AGUA E HIDROCARBUROS LIGEROS, LOS CUALES AL SALIR POR EL DOMO DE LAS UNIDADES SON ENVIADOS A UNA UNIDAD DE SEPARACION.

POR SU PARTE EL ACEITE QUE SALE DEL FONDO ES ENVIADO A UN TANQUE PROVISTO DE UN AGITADOR MECANICO, EN DONDE SE AGREGA AL ACEITE ACIDO SULFURICO DE UNA CONCENTRACION DE 98% A RAZON DE 5.5% EN PESO DEL ACEITE. EL MEZCLADO SE LLEVA A CABO A UNA TEMPERATURA DE 100 °F., Y POR UN TIEMPO DE 30 MINUTOS (MANTENIENDO ESA TEMPERATURA). LA MEZCLA RESULTANTE ES ENVIADA A TANQUES CONICOS DE ASENTAMIENTO. PARA SEPARAR LOS LODOS DE FRACCION, POR LO REGULAR EL TIEMPO DE ASENTAMIENTO FLUCTUA ENTRE 12 Y 24 HRS.

EL ACEITE OBTENIDO DE LOS TANQUES DE ASENTAMIENTO ES ENVIADO A UN TANQUE CONTACTOR EN EL CUAL SE LE AGREGA ARCILLA A RAZON DE 1 LIBRA DE ARCILLA POR GALON DE ACEITE. LA MEZCLA ACEITE-ARCILLA ES CALENTADA A 350 °F., POR VARIAS HRS., CON UNA AGITACION CONSTANTE PARA MEJORAR EL COLOR Y OLOR DEL ACEITE ADEMAS DE NEUTRALIZAR EL EXEDENTE DE ACIDO SULFURICO. POSTERIORMENTE LA MEZCLA ES FILTRADA Y EL ACEITE DESTILADO EN LAS FRACCIONES DESEADAS.

#### VENTAJAS:

1.- ESTE PROCESO TIENE LA CARACTERISTICA DE ELIMINAR EFICIENTEMENTE TODOS LOS METALES CONTENIDOS EN EL ACEITE A EXCEPCION DEL PLOMO.

2.- LOS LUBRICANTES OBTENIDOS POR ESTE METODO UNA VEZ REFORMULADOS CON LOS ADITIVOS CORRESPONDIENTES PASAN TODAS LAS PRUEBAS Y REQUISITOS QUE ESTABLECEN LAS NORMAS AL RESPECTO.

3.- EL ACEITE BASICO RE-REFINADO OBTENIDO POR ESTE METODO POSEE PROPIEDADES SI NO MEJORES QUE EL ACEITE BASICO VIRGINIA, CUANDO MENOS MUCHO MUY COMPETITIVAS.

4.- EL EQUIPO EMPLEADO EN ESTE PROCESO NO ES MUY COMPLEJO NI EN EL MATERIAL, NI EN SU FUNCIONAMIENTO O BIEN EN SU MANTENIMIENTO.

5.- LAS CONDICIONES DE OPERACION EN GENERAL NO SON EXTREMAS.

6.- LAS DISPONIBILIDAD DE LOS MATERIALES DE REACCION Y DE SERVICIO ES BUENA.

#### DESVENTAJAS:

1.- EL PROCESO TIENE UN RENDIMIENTO DEL 50 - 60%.

2.- DEBIDO A QUE HOY EN DIA LOS ACEITES MULTIGRADOS CONTIENEN GRAN NUMERO DE ADITIVOS, SE HACE NECESARIOS GRANDES CANTIDADES DE ACIDO Y ARCILLA, CON LO QUE LOS COSTOS SE INCREMENTAN ASI COMO TAMBIEN AUMENTAN LOS PROBLEMAS DE PRODUCCION DE LODOS ACIDOS.

3.- LOS LODOS ACIDOS RESULTANTES DE ESTE PROCESO SE GENERAN EN GRAN CANTIDADES Y SON ALTAMENTE CONTAMINANTES DEL MEDIO AMBIENTE. PENSAR EN QUEMAR ESTOS LODOS SERIA PRODUCIR DE 4 A 5 VECES EN CANTIDAD DE SO<sub>2</sub> QUE SI SE OPTARA POR QUEMAR EL ACEITE USADO SIN NINGUN TRATAMIENTO PREVIO.

4.- SE MENCIONO EN EL PUNTO ANTERIOR QUE DEBIDO AL ALTO CONTENIDO DE ADITIVOS EN LOS ACEITES, SE HACE NECESARIO MAYORES CANTIDADES DE ACIDO Y ARCILLA. PUES BIEN ESTO TRAE CONSIGO QUE COMPUESTOS MONOAROMATICOS DIAROMATICOS, POLIAROMATICOS Y PARAFINAS, TODOS ELLOS DE ALTO PESO MOLECULAR SEAN ATACADOS POR EL ACIDO SULFURICO Y TOMANDO EN CUENTA QUE LAS CARACTERISTICAS NATURALES DE LUBRICIDAD DEL ACEITE SE ASOCIAN CON ESTOS COMPUESTOS, EL TRATAMIENTO TRAE CONSIGO QUE LA LUBRICIDAD DEL ACEITE SE VEA REDUCIDA.

5.- LOS MATERIALES POLARES SON RESPONSABLES EN PARTE DE LA RESISTENCIA NATURAL A LA OXIDACION, EL TRATAMIENTO ACIDO-ARCILLA DA ORIGEN A UNA REMOSION SELECTIVA DE ESTOS COMPONENTES, LO QUE DARIA COMO RESULTADO UNA DISMINUCION EN LA ESTABILIDAD A LA OXIDACION.

6.- EL ANALISIS DEL ACEITE RE-REFINADO MOSTRO CANTIDADES SIGNIFICATIVAS DE GASOLINA, LO QUE INDICA QUE LA DESTILACION INICIAL NO ES LO SUFICIENTEMENTE EFECTIVA PARA SEPARAR ESTA DEL ACEITE.

7.- SE PIERDE UNA CONSIDERABLE CANTIDAD DE ACEITE CON LOS RESIDUOS DESCARGADOS.

8.- EL EQUIPO UTILIZADO DEBE SER DE UN MATERIAL RESISTENTE A LA CORRUSION.

9.- LOS TANQUES DE ASENTAMIENTO EMPLEAN UN TIEMPO VALIOSISIMO.

10.- ESTE PROCESO ES ANTIECONOMICO POR DEBAJO DE LOS 5 MILLONES DE GAL/ANO.

## ASPECTOS ECONOMICOS: (10)

PARA UNA PLANTA DE DIEZ MILLONES GAL/ANO OPERANDO 250 DIAS /  
 AÑO. (1974)

COSTO ALIMENTACION  $\cancel{\$}$  / GAL 3.6

## INVERSION (MILES DE DOLARES) PLANTA:

EQUIPO DE PROCESO	662
ALMACENAMIENTO	367
OFICINA Y LABORATORIOS	32
TERRENO Y MEJORAS DEL TERRENO	92
TOTAL (T) DE INVERSION	<u>1153</u>

COSTOS DE OPERACION POR UNIDAD PRODUCIDA ( $\cancel{\$}$  / GAL)

QUIMICOS :		
H2SO4 AL 98%	3 $\cancel{\$}$ / lb	3.18
ARCILLA 3.3 $\cancel{\$}$ / lb		1.32
SERVICIOS :		
ELECTRICIDAD 3 $\cancel{\$}$ / Kwh		0.30
AGUA 5 $\cancel{\$}$ / M GAL		0.07
TRABAJO DE PLANTA :		
PAGO DE OBREROS \$ 11 M/HOMBRES/AÑO		2.44
MATERIALES		1.22
MANTENIMIENTO (5% DE INVERSION-TERRENO)/AÑO		1.47
INSTRUMENTACION		0.96
DISPOSICION DE DESECHOS		0.50
DEPRECIACION (10% DE INVERSION-TERRENO)/AÑO		2.95
COSTOS INDIRECTOS :		
SALARIOS		2.22
MATERIALES Y/O PROVISIONES		1.11
COSTOS TOTALES DE OPERACION		<u>17.76</u>

## ASPECTOS TECNICOS:

TABLA III.24

ANALISIS DEL CONTENIDO DE METALES									
ACEITE	Ba	Ca	Mg	Na	P	Zn	Al	Cr	Cu
N.C.A.	578	934	107	324	NA	1044	(4)	NA	(4)
U.D.O.	312	2135	61	26	120	1994	19	5	26
RE.REF.	0	6	61	4	NA	8	0	0	0
RE.REFAD.	23	1885	608	NA	1284	NA	NA	NA	NA
ACEITE	Fe	K	Mn	Ni	Pb	Si	Sn	V	
N.C.A.	(4)	NA	NA	(4)	(4)	220	(4)	(4)	
U.D.O.	448	2	3	2	12125	49	11	0	
RE.REF.	0	0	0	0	0	0	0	0	
RE.REFAD.	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	

N.C.A. = ACEITE NUEVO CON ADITIVO  
 U.D.O. = " USADO  
 RE.REF. = " RE-REFINADO  
 RE.REFAD. = " RE-REFINADO CON ADITIVOS  
 NA = NO DISPONIBLE  
 (4) = DETECTADO POR DEBAJO DEL LIMITE.

TABLA III.25

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS					
ACEITE	GRAVEDAD ESPECIFICA 60°/60 °F	RESIDUO DE % CARBON	% DE CENIZAS SULFATADAS	% DE PENTANOS INSOLUBLES	P.P.M. DE ANICONGE- LANTE.
N.C.A.	0.886	1.03	0.804	0.04	NA
U.D.O.	0.905	4.68	NA	2.09	NA
RE.REF.	0.879	0.0	0.0	0.03	0
RE.REFAD.	0.888	1.6	1.52	0.05	NA

ACEITE	NO. DE SAPONI- FICACION.	NO. TOTAL ACIDO	NO. TOTAL BASICO	DILUCION DE % GASOLINA.	N %	S %	C1 %
N.C.A.	3.140	1.6	4.415	0	.040	.436	0.0
U.D.O.	16.7	6.16	0.92	3.5	.096	.36	.3
RE.REF.	.13	.064	.0	.2	.015	.13	.0
RE.REFAD.	4.28	2.40	7.76	NA	.070	.31	.0

N.C.A. = ACEITE NUEVO CON ADITIVOS  
 U.D.O. = " USADO  
 RE.REF. = " RE-REFINADO  
 RE.REFAD. = " RE-REFINADO CON ADITIVOS  
 NA = NO DISPONIBLE  
 (4) = DETECTADO POR DEBAJO DEL LIMITE

TABLA III.26

PROPIEDADES RELACIONADAS CON LA CALIDAD						
ACEITE	VISCOSIDAD			INDICE DE VISCOSIDAD	ESPUMA	PUNTO DE CONGELACION °F
	SUS 100 °F	SUS 210 °F	CCS PDISE			
N.C.A.	503	68.69	85.3	128	PASA	
U.D.O.	340	63.62		154	FALLO	- 35
RE.REF.	335	55.1	52.8	82	PASA	- 35
RE.REFAD.	415	60.1	72.8	105	PASA	

ACEITE	DESGASTE	CORROSION	ESTABILIDAD A LA OXIDACION	PUNTO DE FLASH °F
N.C.A.	21	NA	PASA	380
U.D.O.	66		FALLO	370
RE.REF.	NA	NA	PASA	495
RE.REFAD.	32	PASA	PASA	380

TABLA III.27

ANALISIS DE HIDROCARBURDS						
ACEITE	NAFTENOS PARAFINAS %	MONO-AROMATICOS %	DIARO-MATICOS %	AROMATICOS POLARES Y POLYNUCLEARES %	INDICE DE VISCOSIDAD	VISCOSIDAD 100 °F
N.C.A.	80.3	12.1	3.8	3.9	178	280
U.D.O.	80.0	11.4	3.8	4.9	165	285
RE.REF.	76.7	14.5	5.5	3.3	82	335

**ANALISIS DE LOS DATOS:**

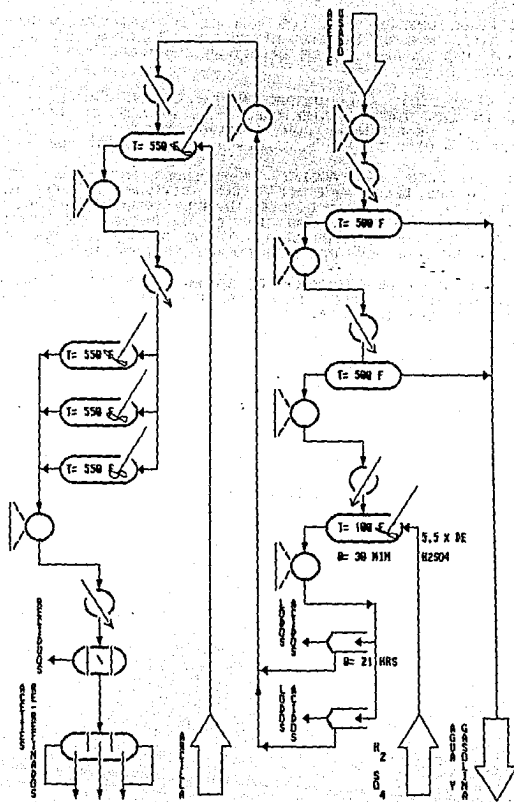
SE PUEDE OBSERVAR QUE LOS VALORES DE PENTANOS INSOLUBLES, ANTICONGELANTE, NUMERO DE SAPONIFICACION. NO.TOTAL DE ACIDO Y BASICO, ASI COMO LA DILUCION DE GASOLINA, SON INFERIORES A LOS DEL ACEITE NUEVO.

LA ESTABILIDAD A LA OXIDACION AUN CUANDO CARECE DE VALOR NUMERICO, EN LAS TABLAS ANTERIORES MUESTRA QUE EL ACEITE RE-REFINADO Y EL RE-REFINADO CON ADITIVOS POSEEN UNA ACEPTABLE ESTABILIDAD A LA OXIDACION, COMPARABLE A LA DEL ACEITE NUEVO.

LOS METALES DE ACEITE RE-REFINADO MUESTRAN NIVELES COMPARABLES A LAS DEL ACEITE NUEVO CON ADITIVOS, A EXCEPCION DE Ba, Ca, Mg, Sa Y Zn, LOS CUALES TUVIERON VALORES BAJOS. ESTE PROBLEMA SE RESOLVIO CON LA ADICION DE UN PAQUETE DE ADITIVOS, LOGRANDO ASI QUE LOS NIVELES DE CONTENIDO DE METALES DEL ACEITE NUEVO Y EL RE-REFINADO CON ADITIVOS FUERAN MUY PARECIDOS.

LAS PRUEBAS DE FORMACION DE ESPUMA, DESGASTE Y CORROSION FUERON SATISFACTORIAS PARA EL ACEITE RE-REFINADO SIN ADITIVOS FUERON UN TANTO CUESTIONABLES.

DIAGRAMA GRAFICO DEL P. ACIDO-ARCILLA <FIG.3.17> 118





### 3.1.13 PROCESO I.F.P (17) (16)

EL INSTITUTO FRANCES DEL PETROLED (I.F.P), DESARROLLO UN PROCESO (16) (17) DE RE-REFINACION, QUE UTILIZA UNA EXTRACCION CON PROPANO COMO SOLVENTE. EN SI LA INHOVACION CONCISTE EN COLOCAR UNA UNIDAD DE CLARIFICACION DE PROPANO ENTRE LAS SECCIONES PARA REMOVER AGUA Y GASOLINA Y LA SECCION DE TRATAMIENTO CON ACIDO, CON LO CUAL SE LOGRA REDUCIR LAS CANTIDADES EMPLEADAS DE ACIDO-ARCILLA Y POR CONSECUENCIA SE REDUCEN TAMBIEN NOTORIAMENTE LOS PROBLEMAS DE POLUCION.

ESTA ALTERNATIVA PROPORCIONA UNA MAYOR PRODUCTIVIDAD Y UN PRODUCTO DE BUENA CALIDAD, TAMBIEN POSEE LA CUALIDAD DE QUE LOS COSTOS DE INVERSION Y DE OPERACION SON MAS BAJOS, CON RESPECTO A LOS DEL TRADICIONAL ACIDO-ARCILLA ( 17 % MENOS).

#### DESCRIPCION DEL PROCESO:

EL ACEITE USADO SE (fig. 3.12) FILTRA PARA RETIRAR CUERPOS ESTRANOS COMO SON ESTOPAS, FRANELAS PAPELES, ETC. Y SE PROCEDE A SOMETERLO A UNA DOBLE ETAPA DE SEPARACION INSTANTANEA, QUE SE LLEVA A CABO A UNA TEMPERATURA DE 375 °F Y A PRESION ATMOSFERICA, CON LA FINALIDAD DE RETIRAR AGUA E HIDROCARBUROS LIGEROS (GASOLINA).

UNA VEZ QUE SE ENCUENTRA DESHIDRATADO EL ACEITE, ESTE SE MEZCLA EN LA LINEA CON PROPANO LIQUIDO Y AMBOS SON ENVIADOS A UN TANQUE DE FONDO CONICO, POR UN TIEMPO DE ASENTAMIENTO DE 1 HR A UNA TEMPERATURA DE 140 °F. DE LA PARTE SUPERIOR DEL TANQUE SE EXTRAE PROPANO-ACEITE Y DEL FONDO LOS RESIDUOS. LOS FONDOS SON MEZCLADOS CON UN DESTILADO DE PETROLED DE 34° API Y SON FLASHEADOS A UNA TEMPERATURA DE 206 °F Y PRESION ATMOSFERICA, PARA RECUPERAR EL PROPANO.

DE LA CORRIENTE DEL DOMO DEL TANQUE, SE EXTRAE ACEITE - PROPANO, EL PROPANO ES SEPARADO DEL ACEITE POR MEDIO DE UNA SEPARACION INSTANTANEA QUE OPERA A LAS MISMAS CONDICIONES QUE LA ANTERIOR ( LA DE LOS FONDOS) Y ENVIADO A UN ENFRIADOR PARA LICUARLO Y RECIRCULARLO. EN ESTA ETAPA EL ACEITE ES DESFALTADO Y SE LLEVA A CABO LA FLOCULACION DE LOS ADITIVOS DEGRADADOS.

EL ACEITE YA LIBRE DE PROPANO SE MEZCLA CON ACIDO SULFURICO DE CONCENTRACION 93 %, Y ES AGREGADO AL ACEITE EN UNA PROPORCION DE 2 % EN PESO DEL ACEITE, ACEITE Y ACIDO SE MEZCLAN A UNA TEMPERATURA DE 100 °F Y POR UN TIEMPO DE 10 MIN, POR MEDIO DE UNA TUBERIA DE ACERO PERFORADA LOCALIZADA EN EL FONDO Y RECUBIERTA POR PLOMO QUE PESA DE 40 A 50 KG. POR METRO CUADRADO, SOPORTADA POR ABULONES ESPACIADOS CADA 20 CM. LA MEZCLA SE ENVIA A TANQUES DE ASENTAMIENTO, POR UN TIEMPO DE 12 HR6, MANTENIENDO LA TEMPERATURA A 60 °F.

EL ACEITE RESULTANTE ES MEZCLADO CON ARCILLA, EN UNA PROPORCION DE 2 % EN PESO. Y AMBOS SON SOMETIDOS A UN CALENTAMIENTO POR 6 HRS. MANTENIENDO LA TEMPERATURA A 300 °F. LA FINALIDAD DE ESTA ETAPA ES LA DE ELIMINAR POSIBLES GOMAS Y VARNICES, NEUTRALIZAR LOS EXCESOS DE ACIDO, MEJORAR EL COLOR Y OLOR DEL ACEITE.

DESPUES DE ESTO LA MEZCLA ES FILTRADA A UNA TEMPERATURA DE 300 °F , EN FILTRO "SWETLAND", DE PLACAS Y MARCOS.

#### OBSERVACIONES:

EL CONTACTO CON PROPANO PERMITE RETIRAR ASFALTOS Y TAMBIEN FACILITA LA COMPLETA DEGRADACION DE ADITIVOS (XII).

EN ALGUNAS OCASIONES SE HACE NECESARIO QUE LOS ACEITES OBTENIDOS DE LA DESTILACION NUEVAMENTE SE MEZCEN CON ARCILLA Y SE FILTREN, ESTE ES PARA MEJORAR AUN MAS EL OLOR Y COLOR DE ESOS ACEITES.

LOS LODOS ACIDOS SE PUEDEN QUEMAR EN HORNO ROTATORIOS ESPECIALES, QUE TIENEN COMO CARACTERISTICA DEJAR PASAR A TRAVES DE ELLOS ( HACIA EL EXTERIOR ) UN NIVEL BAJO DE PARTICULAS CONTAMINANTES.

#### NOTA:

COMO TESTIMONIO DE LA NATURALEZA AMBIENTALMENTE ACEPTABLE DE ESTE PROCESO, ESTA LA EMPRESA " MAGNISI ITALIANNI" CON UNA PRODUCCION DE 44,000 TON / AÑO; LOCALIZADA EN LA ISLA DE SICILIA Y EN CUYA AREA CIRCUNDANTE HAY VESTIGIOS ARQUEOLOGICOS Y ESPECIES NATURALES BAJO LA PROTECCION DEL GOBIERNO .

EL PROCESO DE EXTRACCION I.F.P ES PARTICULARMENTE BIEN VISTO PARA LA RE - REFINACION DE ACEITES MULTIGRADOS CON ALTAS CONCENTRACIONES DE ADITIVOS Y CON GRANDES CANTIDADES DE BARNICES, GOMAS, CENIZAS Y ASFALTOS.

LA ARCILLA QUE SE UTILIZA POR LO GENERAL NO SE RECUPERA, PERO AL RESPECTO SE PROPONE LA ALTERNATIVA DE MEZCLAR ESTA CON UNA SOLUCION DE ACETONA EN NAFTA ( 20 %) A UNA TEMPERATURA DE 38 °C Y FILTRARLA EN UN FILTRO ROTATIVO CERRADO. LA ARCILLA AGOTADA SE LAVA SOBRE EL FILTRO CON NAFTA , LA ARCILLA RESULTANTE TIENE UNA EFICIENCIA DEL 85' %. LA RECUPERACION DE LA NAFTA Y LA ACETONA CONSTITUYE LA PARTE PRINCIPAL DE ESTA OPCION.

AUN CUANDO LA MEZCLA DE PROPANO LIQUIDO CON ACEITE SE HACE SOBRE LA CORRIENTE DE ESTE ULTIMO Y MEZCLADOS AMBOS EN UN TANQUE POSTERIORMENTE , LO CUAL SATISFACE LOS REQUERIMIENTOS DE

DESASFALTADO. PODRA UTILIZARSE EN LUGAR DE ESTO, UNA TORRE VERTICAL CON PLACAS DEFLECTORAS QUE FUNCIONA A CONTRACORRIENTE. Y EN DONDE POR LA PARTE SUPERIOR SE CALIENTA CON SERPENTIN DE VAPOR, HASTA LA TEMPERATURA CRITICA DEL PROPANO DE TAL MANERA QUE LOS ULTIMOS VESTIGIOS DE ASFALTO PRECIPITEN DE LA SOLUCION PROPANO - ACEITE, SE CONSIDERA QUE ESTO REDUCE DE FORMA CONSIDERABLE LOS COSTOS DE FUNCIONAMIENTO.

#### FLEXIBILIDAD:

ESTE PROCESO TIENE LA CARACTERISTICA DE SER FLEXIBLE EN SUS ETAPAS, DE ADECUARSE A ALGUNOS CAMBIOS SIN PERDER LA ESENCIA DEL PROCESO EN SI, A CONTINUACION SE EXPONEN ALGUNAS ALTERNATIVAS DE MODIFICACION:

#### ETAPA CON FURFURAL:

CABE LA POSIBILIDAD QUE LA EXTRACCION CON PROPANO NO LLEVE A CABO LA MINIMIZACION DESEADA DEL CONTENIDO DE CENIZAS, EN CASO DE QUE EL ACEITE USADO REBASE LOS VALORES PROMEDIO DEL CONTENIDO DE LA MISMA (CONSULTESE CARACTERIZACION DE LA ALIMENTACION).

POR LO QUE PODRIA INCLUIRSE UNA ETAPA DE EXTRACCION CON FURFURAL (XII) QUE COMPLEMENTE LA OPERACION DE DESASFALTADO Y ELIMINACION DE CENIZAS, EL FURFURAL ES RELATIVAMENTE BARATO Y POSEE UNA CAPACIDAD DE EXTRACCION ACEPTABLE.

ESTA ETAPA CONCISTE EN MEZCLAR EL ACEITE (QUE SALE DE LA ETAPA DE CONTACTO CON PROPANO) CON FURFURAL, A TRAVES DE UNA TORRE RELLENA DE TABLILLAS, QUE OPERA A CONTRACORRIENTE. LA TEMPERATURA QUE SE MANEJA ES DE 95 °C Y LA PROPORCION DE ACEITE - FURFURAL ES DE 1:2.

LAS CORRIENTES RESULTANTES SE ENVIAN A TANQUES DE SEPARACION A FIN DE RECUPERAR EL FURFURAL, DE SEPARAR LOS FONDOS RICOS EN CENIZAS Y ENVIAR AL ACEITE LIBRE YA DE CENIZAS A LA ETAPA DE CONTACTO CON ACIDO.

EL COSTO DE ESTA OPERACION ES DEL ORDEN DE 0.212 C / GAL (1972).

#### HIDROFINALIZACION:

EL ACEITE QUE SE OBTIENE DESPUES DE LA ETAPA DE CONTACTO CON PROPANO, SE FRACCIONA Y SE ENVIA A UN REACTOR (19) QUE CONTIENE "NALCOMO 417-MOLIBDATO DE COBALTO", COMO CATALIZADOR. LAS CONDICIONES DE OPERACION SON : T = 660 °F, 1 V/V , P = 650 PSIG Y 1600 SCF / LB DE HIDROGENO.

CON ESTO SE LOGRA OBTENER UN ACEITE DE MUY BUEN COLOR Y OLOR, ASI COMO TAMBIEN DE MINIMIZAR LA PRODUCCION DE CONTAMINANTES.

CABE ACLARAR QUE EL ACEITE ANTES QUE SEA INTRODUCIDO A ESTE REACTOR, DEBERA SER CONTACTADO CON ARCILLA EN PROPORCION DE 2 % EN PESO DEL ACEITE, Y POSTERIORMENTE FILTRADO.

ESTA MODIFICACION LOGRA AUMENTAR LA RECUPERACION DEL ACEITE DE ESTE PROCESO INICIALMENTE DE 82.8 A 83.1 %. PERO SE ELEVAN CONSIDERABLEMENTE LOS COSTOS DE INVERSION Y OPERACION.

ESTA MODIFICACION TIENE SUS VENTAJAS, COMO SE CITARON ANTERIORMENTE, PERO TIENE COMO DESVENTAJAS QUE CUANDO SE LLEVA A CABO LA DESTILACION FRACCIONADA PARA OBTENER LOS CORTES DE ACEITE ANTES DE LA HIDROFINALIZACION, OCURRE ENSUCIAMIENTO PRONUNCIADO EN DICHA COLUMNA, TAMBIEN SE PRESENTAN SERIOS PROBLEMAS DE ATASCAMIENTO EN LAS UNIDADES, CUANDO HAY PRESENCIA DE COMPUESTOS DE POLIMEROS COMO ADITIVOS.

**(XII) PROPANE CLARIFICATION AIDS LUBE OIL RECLAMATION**

FEBRUARY 21, 1972  
 CHEMICAL ENGINEERING

CONSULTESE TAMBIEN:  
 "REFINACION DE PETROLEOS"  
 W. NELSOL  
 CAP. VII  
 ED. MC. GRAWW - HILL

**VENTAJAS:**

- 1.- UNA BUENA RECUPERACION DEL ACEITE. ESTIMADA EN 82.8 % EN PESO DEL ACEITE ALIMENTADO.
- 2.- REDUCE CONSIDERABLEMENTE LAS NECESIDADES DE ACIDO SULFURICO Y ARCILLA, Y POR LO TANTO LOS PROBLEMAS DE POLUCION, CASI EN UN 40%.
- 3.- PROPORCIONA UN PRODUCTO DE BUENA CALIDAD, COMPETITIVA CON EL ACEITE NUEVO.
- 4.- LOS COSTOS DE OPERACION E INVERSION NO SON ALTOS.
- 5.- ES UN PROCESO QUE OPERA EFICIENTEMENTE CON ACEITES USADOS QUE CONTENGAN ALTA PROPORCION DE BARNICES, GOMAS Y ASFALTOS.
- 6.- ES UN PROCESO QUE OPERA EFICIENTEMENTE CON LOS ACEITES MULTIGRADOS FORMULADOS CON LOS MEJORES ADITIVOS.
- 7.- EL MATERIAL DEL EQUIPO QUE SE PUEDE UTILIZAR EN ESTE PROCESO PUEDE SER DE ACERO AL CARBON, PUES NO HAY PROBLEMAS DE CORROSION SIGNIFICATIVAS.
- 8.- CON ESTE METODO LA PRODUCCION DE LODOS SE REDUCE DRASTICAMENTE Y CON ELLO LA EMISION DE SO<sub>2</sub>, QUE ES DE 1.2 A 1.4 TON. POR CADA 100 TON. DE LODOS.
- 9.-EL AGUA DE PROCESO REQUIERE DE UN MINIMO DE TRATAMIENTO.

**DESVENTAJAS:**

- 1.- AUN CUANDO LOS GASTOS DE ACIDO SULFURICO Y ARCILLA SON DISMINUIDOS, NO SON ELIMINADOS POR LO QUE SE PRESENTAN AUN PROBLEMAS DE POLUCION.
- 2.- EL PROCESO ORIGINA LODOS ACIDOS CON UN ALTO CONTENIDO EN CENIZAS, QUE NO PODRIA SER QUEMADO EN EQUIPOS ORDINARIOS DE COMBUSTION.
- 3.- UNA ALTA CANTIDAD DE PROPANO SE REQUIERE PUES LA PROPORCION ES DE 4:1 PROPANO-ACEITE.
- 4.- LOS TANQUES DE ASENTAMIENTO EMPLEAN UN TIEMPO CONSIDERABLE.

## ASPECTOS ECONOMICOS: (XIII)

PARA UNA PLANTA DE DIEZ MILLONES DE GALONES AL AÑO,  
OPERANDO 250 DIAS/AÑO. (1974)

COSTO DE ALIMENTACION:  $\frac{\text{¢}}{\text{GAL}}$  4.2

## INVERSION (MILES DE DOLARES)

## PLANTA:

EQUIPO DE PROCESO	829
ALMACENAMIENTO	402
OFICINA Y LABORATORIO	32
TERRENO Y ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	100

TOTAL DE INVERSION 1363

COSTOS DE OPERACION POR UNIDAD PRODUCIDA ( $\frac{\text{¢}}{\text{GAL}}$ )

## QUIMICOS:

H2SO4 AL 98 % (3 $\frac{\text{¢}}{\text{lb}}$ )	1.08
ARCILLA MALLA 200 (3.3 $\frac{\text{¢}}{\text{lb}}$ )	0.50
PROPANO	0.06

## SERVICIOS:

ELECTRICIDAD (3 c / Kwh:)	0.90
AGUA (5 $\frac{\text{¢}}{\text{M GAL}}$ )	0.20
ACEITE COMBUSTIBLE NO. 6 (12 $\frac{\text{¢}}{\text{GAL}}$ )	0.44

## TRABAJO DE PLANTA:

PAGO DE OBREROS	2.10
MATERIALES	1.05
MANTENIMIENTO (5 % DE INVERSION) / AÑO.	1.50

## INSTRUMENTACION

DISPOSICION DE DESECHOS	0.20
DEPRECIACION (10 % DE INVERSION) / AÑO	2.01

## COSTOS INDIRECTOS:

SALARIOS	1.90
MATERIALES Y/O PROVISIONES	0.95

COSTOS TOTALES DE OPERACION 14.86

(XIII) RE-REFINING SCHEMES COMPARED  
DECEMBER 1974  
HYDROCARBON PROCESSING

## ASPECTOS TECNICOS:

TABLA III.28

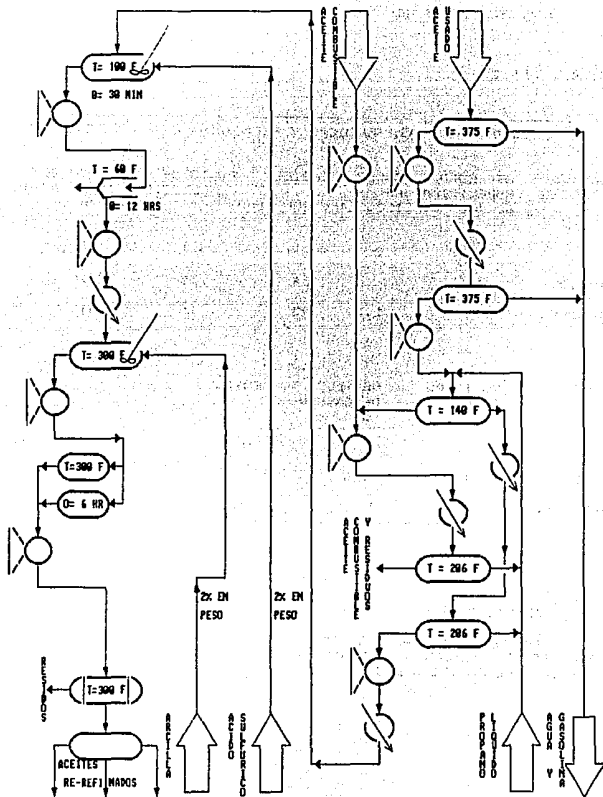
PROPIEDADES FISICAS, QUIMICAS Y RELACIONADAS CON LA CALIDAD.					
ACEITE	GRAVEDAD ESPECIFICA 60°/60 °F	COLOR ASTM 1500-64	INDICE DE VISCOSIDAD	PUNTO DE CONGELACION °F	PUNTO DE INFLAMACION °F
N.C.A.	0.875	2	97	5	392
U.D.O.	0.905		154	- 35	370
RE.REF.	0.874	1.5	95	16	419

ACEITE	NO. TOTAL ACIDO %	RESIDUO DE CARBON %	CENIZAS %
N.C.A.	0.05	0.03	0.0
U.D.O.	6.16	4.68	
RE.REF.	0.03	0.01	0.0

## ANALISIS DE LOS DATOS:

LA REMOCION DE METALES EN ESTE PROCESO ES EFECTIVA, LAS PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL PRODUCTO SON MUY COMPETITIVAS CON LAS DEL ACEITE NUEVO.





### **3.2 ANALISIS DE LOS PROCESOS, SELECCION DE ALTERNATIVA(S).**

LA INFORMACION ANTES DESCRITA, DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS DE PROCESOS DE RE-REFINACION, NOS SERVIRA NO SOLO PARA ESTABLECER UN ANALISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES PROCESOS, SINO TAMBIEN PARA DICERNIR SOBRE UNA ALTERNATIVA DE PROCESO VIABLE, QUE SE CARACTERICE A GRANDES RASGOS POR DAR UN PRODUCTO DE CALIDAD COMPARABLE AL ACEITE VIRGINIA, POR SER SENCILLO EN LA MEDIDA POSIBLE, QUE POSEA UNA RECUPERACION ADECUADA Y QUE SUS CONDICIONES DE OPERACION NO SEAN EXTREMAS, ENTRE OTRAS.

ANALIZANDO LOS 12 PROCESOS DESCRITOS ANTERIORMENTE PODEMOS DARNOS CUENTA QUE DE ACUERDO A LOS OBJETIVOS DEL TRABAJO, NECESARIAMENTE TENDREMOS QUE ESTABLECER ETAPAS DE SELECCION, SE PLANTEARA PRIMERO UNA ETAPA EN DONDE LOS PROCESOS TENDRAN QUE CUMPLIR REQUISITOS MINIMOS GENERALES.

UNA VEZ CUMPLIDA ESTA ETAPA, LA SIGUIENTE SERA MAS ESPECIFICA, DONDE PODREMOS EVALUAR, ASPECTOS CUANTITATIVOS Y CUALITATIVOS, TALES COMO: NUMERO DE EQUIPOS, CARACTERISTICAS DE LOS MISMOS, CONDICIONES DE OPERACION, FLEXIBILIDAD DEL PROCESO, REACTIVOS EMPLEADOS, ETC.

#### **3.2.1 PRIMERA ETAPA DE SELECCION, OBEJETIVOS OBLIGATORIOS:**

LA PRIMERA ETAPA DE ANALISIS COMPRENDE TRES OBJETIVOS OBLIGATORIOS A CUMPLIR POR CADA UNA DE LAS ALTERNATIVAS DE PROCESO. ESTOS SON:

- 1.- EL PROCESO DEBE OPERAR A ESCALA INDUSTRIAL.
- 2.- EL PRODUCTO, YA SEA COMO ACEITE SIN ADITIVOS O COMO ACEITE TERMINADO, DEBE SER COMPARABLE EN CALIDAD AL ACEITE VIRGINIA O BIEN AL DERIVADO DE ESTE, RESPECTIVAMENTE.
- 3.- EL PROCESO DEBE TENER UNA RECUPERACION MINIMA DEL 70 % DE LA ALIMENTACION, PUES EN LA MAYORIA DE LAS ALTERNATIVAS, UNA RECUPERACION POR DEBAJO DE ESTA CANTIDAD NO ES REDUITABLE.

PARA ESTA ETAPA DE PRE-SELECCION SE EMPLEARA EL TERMINO "CUMPLE", "NO CUMPLE", PARA ASIGNAR SI SE SATISFACE O NO, EL OBJETIVO OBLIGATORIO. LA ALTERNATIVA QUE NO SATISFAGA ALGUNO DE LOS TRES OBJETIVOS OBLIGATORIOS NO PASARA A LA SIGUIENTE ETAPA DE SELECCION.

TABLA III.29

PROCESO	PRIMERA ETAPA, PRE-SELECCION		
	OBJETIVO OBLIGATORIO		
	1	2	3
RESOURCE - TECHNOLOGY	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE
RECICLON	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
MATTHYS - GARAP	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
CAUSTICO	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
ALCOHOL - ALIFATICO	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
PEROXIDO - CLORURO DE ALUMINIO	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE
BERC	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
ARCILLA TRATADA	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
K.T.I.	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
ACIDO - ARCILLA	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
INSTITUTO FRANCES DEL PETROLEO	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
PROP	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

COMO PUEDE OBSERVARSE, SOLO CUMPLEN LOS OBJETIVOS OBLIGATORIOS SEIS PROCESOS:

- PROCESO RECICLON
- " BERC
- " I.F.P. MODIFICADO
- " ACIDO - ARCILLA
- " I.F.P.
- " PROP

ESTOS SEIS PROCESOS NUEVAMENTE SERAN ANALIZADOS, CON CRITERIOS QUE SE DESIGNARAN COMO OBJETIVOS DESEADOS.

3.2.2 SEGUNDA ETAPA DE SELECCION. OBJETIVOS DESEADOS:

UNA VEZ QUE SE ANALIZARON LOS OBJETIVOS OBLIGATORIOS, QUE DEBIERON CUMPLIR LOS PROCESOS, AHORA SE HACE NECESARIO IR A UNA SELECCION QUE COMO REQUISITOS TENGA OBJETIVOS MAS PRECISOS, MAS DETALLADOS, CON VALORES NUMERICOS COMO RESPALDO.

A CONTINUACION SE DESCRIBEN LOS OBJETIVOS DESEADOS , ASI COMO TAMBIEN LA PONDERACION DE ESTOS.

1.- QUE SEA UN PROCESO CON LA MENOR CONTAMINACION  
POSIBLE

SEVERA	50
MEDIA	75
BAJA	100

2.- DISPONIBILIDAD, MANEJO Y VOLUMEN DE LOS SOLVENTES Y / O REACTIVOS USADOS, RESPECTIVAMENTE.

BUENA	100	FACIL	100	ALTO	50
REGULAR	75	REGULAR	75	MEDIO	75
BAJA	50	COMPLICADO	50	BAJO	100

3.- CONDICIONES DE OPERACION; TEMPERATURA Y PRESION.

ALTA	50	ALTA	75
MEDIANA	100	MEDIANA	100
BAJA	75	BAJA	50

4.- COMPLEJIDAD DEL PROCESO ( EQUIPO - CONDICIONES DE OPERACION - REACTIVOS , ETC ).

COMPLEJO	50
MEDIO COMPLEJO	75
NO COMPLEJO	100

5.- POTENCIAL ECONOMICO DE LOS SUBPRODUCTOS:

FACIL MERCADO	100
MEDIANO MERCADO	75
DIFICIL MERCADO	50

6.- PROBLEMAS DE CORROSION:

GRAVES	50
MEDIOS	75
BAJOS	100

7.- FLEXIBILIDAD DEL PROCESO PARA CAMBIAR ALGUNA O ALGUNAS DE SUS ETAPAS, PARA MEJORAR RESULTADOS, PERO SIN CAMBIAR LA ESCENCIA DEL PROCESO.

FACTIBLE	100
POCO FACTIBLE	50

**8.- DEPENDENCIA DEL PROCESO SOBRE ALGUNA ETAPA EN PARTICULAR DE MANERA CRUCIAL.**

ALTA	50
MEDIANA	75

**9.- TRATAMIENTO DE AGUA.**

MINIMO	100
MEDIO	75
COMPLICADO	50

TABLA III.30

SEGUNDA ETAPA DE SELECCION, OBJETIVOS DESEADOS.										
PROCESO	OBJETIVO OBLIGATORIO									TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RECICLON	75	100 50 100	50 50	50	75	100	50	50	100	850
BERC	75	100 50	75 50	75	75	100	50	75	75	900
ACIDO ARCILLA	50	100 50	75 100	50	50	100	75	100	100	875
I.F.P.	75	100 50	75 75	75	75	75	100	75	75	950
PROP.	100	100 75 75	75 75	50	75	100	50	75	100	950

SEGUN LA TABLA III.30 LOS PROCESOS QUE MEJORES RESULTADOS OBTUVIERON FUERON EL PROCESO PROP Y EL I.F.P. SEGUIDOS DEL PROCESO BERC. DE ANTEMANO LA LITERATURA QUE SE CONSULTO PRESENTO A ESTOS PROCESOS COMO LAS ALTERNATIVAS MAS VIABLES, PARA LA RE-REFINACION DEL ACEITE USADO AUTOMOTRIZ. LOS VALORES DE PUNTUACION RESULTANTES TANTO PARA EL I.F.P. Y EL PROP (950) DEJAN ENTREVER SUS CUALIDADES.

EL PROCESO PROP DEBE SU PRINCIPAL "INCONVENIENTE" AL HECHO DE SER UN PROCESO COMPLEJO, Y QUE EL PROCESO DEPENDE EN GRAN MANERA DE LA ETAPA DE REACCION DEL DAP CON LOS CONTAMINANTES DEL ACEITE Y DE LA ETAPA DE HIDROFINALIZACION.

MIENTRAS QUE EL I.F.P. SE VE AFECTADO POR SER UN PROCESO QUE UTILIZA VOLUMENES SIGNIFICATIVOS DE SOLVENTE, Y DE QUE PRESENTA ALGO DE CONTAMINACION CON LA PRODUCCION DE LODOS ACIDOS.

EL PROCESO I.F.P. (AL IGUAL QUE EL BERC) PUEDE CONSIDERARSE COMO UNA VARIANTE DEL PROCESO ACIDO-ARCILLA, QUIEN FUE POR MUCHOS AÑOS EL PROCESO CLAVE PARA LA RE-REFINACION. NO ASI EL PROCESO PROP QUE DIFIERE EN MUCHO EN CUANTO A SECUENCIAS, EQUIPOS, REACTIVOS Y CONDICIONES.

TANTO EL PROCESO PROP E IFP, AMBAS OPCIONES SON MERECEADORAS DE MENCION APARTE. PERO PARA PROSEGUIR ESTE ESTUDIO SE HACE NECESARIO SELECCIONAR UNA SOLA OPCION, POR LO QUE ES NECESARIO RECURRIR AL ASPECTO ECONOMICO.

### 3.2.3 TERCERA ETAPA DE SELECCION. ASPECTOS ECONOMICOS:

LA TABLA SIGUIENTE ILUSTRAS LOS COSTOS DE INVERSION Y OPERACION PARA UNA PLANTA QUE OPERA 250 DIAS/AÑO, CON UNA CAPACIDAD DE 10 MILL.GAL./AÑO, PARA EL PROCESO PROP. Y EL I.F.P.

**TABLA III.31**

COSTOS DE INVERSION Y OPERACION		
PLANTA PARA 10 MILL.GAL./AÑO (1974) (OPERA 250 DIAS/AÑO)		
PROCESO	COSTOS DE INVERSION (MILES DOLARES)	COSTOS DE OPERACION ( C / GALON ALIMENTADO)
I.F.P.	1,363	14.86
PROP.	1,650	16.20

DE ACUERDO A LA TABLA III.31 ES EL PROCESO I.F.P. (INSTITUTO FRANCÉS DEL PETROLEO) QUIEN PRESENTA UN MENOR COSTO DE INVERSION ASI COMO DE OPERACION. ALREDEDOR DEL 20 % EN PROMEDIO MENOS, CON RESPECTO DEL PROP.

ES UN PROCESO SENCILLO, NO CONDICIONES EXTREMAS DE OPERACION, NO HAY EQUIPO SOFISTICADO O ESPECIAL, LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION NO SON CAROS, ES VERSATIL Y FLEXIBLE, LOS REACTIVOS SON DE FACIL DISPONIBILIDAD Y SOBRE TODA AHORA QUE A ULTIMAS FECHAS LOS ACEITES MULTIGRADO SON MEJORADOS CON PAQUETES DE ADITIVOS Y QUE ESTO REPRESENTA UN SERIO PROBLEMA PARA LA MAYORIA DE LOS PROCESOS LO SITUA EN UN LUGAR PRIVELEGIADO, ADEMAS QUE ES UN PROCESO QUE PUEDE ADAPTARSE A LAS NECESIDADES. POR LO QUE AHORA SE PROSEGUIRA EL ESTUDIO SOBRE ESTA UNICA ALTERNATIVA.

### 3.3 CARACTERIZACION DE LA ALIMENTACION (XIV) (XV) (XVI)

UNO DE LOS PRINCIPALES INTERROGANTES PARA LA INDUSTRIA RE-REFINADORA ES LA VARIACION EN LA COMPOSICION DE LA ALIMENTACION (DE ACEITE USADO) PUES ESTO TRAE CONSIGO CAMBIOS EN LAS CANTIDADES DE REACTIVOS, SOLVENTES, EN LA VIDA UTIL DE LOS CATALIZADORES ETC.

INCLUSO EN UN PRINCIPIO SE LLEGO A PENSAR QUE LA VARIACION EN LA COMPOSICION DEL ACEITE USADO, PODRIA DEBERSE A LOS TIEMPOS DE ESTACION DEL AÑO Y DE LA SITUACION GEOGRAFICA DE LA FUENTE DEL MISMO.

OTRO PUNTO IMPORTANTE EN ESTE ASPECTO ES EL DE ¿QUE O CUALES ACEITES SE PUEDEN MEZCLAR EN LA RECOLECCION Y CUALES NO?. AL RESPECTO LA BARTLESVILLE ENERGY RESEARCH CENTER (BERC) DE LA ADMINISTRACION DE DESARROLLO E INVESTIGACION DE ENERGIA DE ESTADOS UNIDOS, OBTUVO TREINTA ACEITES USADOS EN EL TERRITORIO NORTEAMERICANO, CON LA FINALIDAD DE ESTUDIAR SI LA COMPOSICION DE LA ALIMENTACION A LAS COMPANIAS RE-REFINADORAS VARIAN SIGNIFICATIVAMENTE, Y CON ESTO DETERMINAR SI SE HACE NECESARIO UTILIZAR TECNICAS ESPECIALES DE REFINACION PARA ALGUNA ZONA EN PARTICULAR.

A CONTINUACION SE TABULAN DATOS DE PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL CONTENIDO DE METALES, DE LA DISTRIBUCION DE TIPOS DE COMPUESTOS ENCONTRADOS EN FRACCIONES SATURADAS ETC. DE LOS TREINTA ACEITES USADOS RECOLECTADOS PARA ESTE ESTUDIO.

(XIV) ANALYSIS OF 30 USED MOTOR OILS  
HYDROCARBON PROCESSING  
SEPTEMBER 1977

(XV) WASTE LUBRICATING OIL RESEARCH  
M.L. WHISMAN, F.D. COTTON, J.W. GOETZINGER  
BARTLESVILLE, OKLA.

(XVI) A COMPARATIVE EVALUATION OF NEW, USED, AND REREFINED  
LUBRICATING OILS.  
THE OIL AND GAS JOURNAL  
MARCH 3, 1975.



### 3.3.1 PROPIEDADES Y ANALISIS DE LAS MISMAS, PARA LA ALIMENTACION:

LAS TABLAS NUM. III.32 Y III.34 CONTIENEN ALGUNAS PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS, EN DONDE SE PUEDEN APRECIAR DATOS DE RESIDUOS DE CARBON, CENIZAS, PUNTO DE FLASH, PUNTO DE CONGELACION, NUMERO DE SAPONIFICACION, NUMERO TOTAL ACIDO Y BASICO, PORCENTAJE DE AZUFRE Y NITROGENO, VISCOSIDAD, INDICE DE VISCOSIDAD, GRAVEDAD ESPECIFICA, AGUA Y SEDIMENTOS, PENTANOS Y BENZENOS INSOLUBLES Y DILUCION DE COMBUSTIBLE.

DE LA TABLA III.34 SE PUEDE OBSERVAR QUE EL CONTENIDO DE AGUA Y DILUCION DE COMBUSTIBLE PUEDEN AFECTAR SIGNIFICATIVAMENTE A LA VISCOSIDAD Y DENSIDAD. PUES COMO PUEDE APRECIARSE A MAYOR DILUCION DE COMBUSTIBLE MENOR LA VISCOSIDAD, TAL COMO LO EJEMPLIFICA EL ACEITE # 71 Y CASO CONTRARIO EL QUE SE ILUSTRAS CON EL ACEITE # 68. MIENTRAS QUE LA VISCOSIDAD TAN ALTA DE LOS EJEMPLOS 87 Y 89 INDICAN QUE CABE LA POSIBILIDAD DE QUE ESOS ACEITES NO PROCEDAN ENTERAMENTE DEL CARTER DEL MOTOR DE UN AUTOMOVIL. ESTOS VALORES ALTOS SUGIEREN UN SAE 40 O 50 QUE PODRIAN SER CONSIDERADOS COMO ACEITES PROVINIENTES DE MAQUINARIA PESADA.

EL CONTENIDO DE AGUA TIENE GRAN VARIACION DESDE 0.2 A 33.8% CON UN PROMEDIO DE 7.9% TOMANDO EN CUANTA LOS VALORES DE LOS EJEMPLOS 87 Y 89 Y DE 6.96 OMITIENDOS. AUNQUE EN LA DESCRIPCION DE LOS PROCESOS DE RE-REFINACION TODOS COINCIDEN EN QUE EL PROMEDIO DE AGUA PRESENTE EN LOS ACEITES USADOS AUTOMOTRICES ES DEL 5 %.

EL PUNTO DE FLASH ( TABLA III.32) Y DE CONGELACION SE VEN AFECTADOS POR LOS CONTAMINANTES VOLATILES TALES COMO SOLVENTES Y LA DILUCION DE COMBUSTIBLE. CON LOS DATOS SE PUEDE OBSERVAR QUE EL PUNTO DE FLASH AUMENTA CONFORME AUMENTA EL CONTENIDO DE SOLVENTES (PENTANO-BENCENO) MIENTRAS QUE EL DEL COMBUSTIBLE TIENDE A TENER UN BAJO NIVEL. Y DISMINUYE EL VALOR DE PUNTO DE FLASH CUANTO EL CONTENIDO DE SOLVENTES DISMINUYE Y EL CONTENIDO DE COMBUSTIBLE AUMENTA.

POR SU PARTE EL PUNTO DE CONGELACION DESCENDE MAS CUANDO SE INCREMENTA EL CONTENIDO DE COMBUSTIBLE Y ES MENOS SUCEPTIBLE A LA VARIACION DEL CONTENIDO DE SOLVENTES, AUNQUE SE VISUALIZA UNA PEQUEÑA TENDENCIA A DESCENDER CUANDO EL CONTENIDO DE SOLVENTES DISMINUYE.

EN ESTA MISMA TABLA III.32 SE ENCUENTRAN DATOS DE No. DE SAPONIFICACION NUMERO TOTAL ACIDO Y NUMERO TOTAL BASICO QUE PUEDEN DAR UN INDICIO DEL GRADO DE ADITIVO PRESENTE EN EL ACEITE. POR LOS DATOS SE PUEDE VER QUE EL NUMERO DE SAPONIFICACION ES MAYOR CUANDO MAYOR ES LA CANTIDAD PRESENTE DE METALES INVOLUCRADOS CON LOS ADITIVOS TALES COMO Ba, Ca, Mg, Na, P, Zn, K, Y Mn.

LA TABLA NUM. III.34 ACUMULA LA INFORMACION DEL CONTENIDO DE METALES EN EL ACEITE USADO, ESTOS DATOS JUEGAN UN PAPEL MUY IMPORTANTE EN LA INDICACION DEL GRADO DE CONTAMINACION DEL ACEITE EN TERMINOS DE METALES DE DESGASTE, METALES DERIVADOS DE LOS ADITIVOS Y EL PLOMO QUE PROVIENE DE LA GASOLINA Y DE LOS RESIDUOS DE COMBUSTION.

Y SON PROPIAMENTE LOS METALES QUE TIENEN QUE VER CON LOS ADITIVOS Y EL COMBUSTIBLE LO QUE PRESENTAN MAYOR NIVEL DE CONTENIDO Y ENTRE ESTOS LOS MAYORES VALORES TIENEN SON Ca, P, Zn Y Pb.

EN CONTRASTE LOS METALES QUE SE DEBEN AL TRABAJO COMO SON Al, Cr, Cu, Fe, Sn PRESENTARON VALORES PEQUEÑOS EN EL CONTENIDO.

PODEMOS DECIR EN GENERAL EL CONTENIDO DE METALES EN LOS ACEITES USADOS ES MUY SIMILAR. EN ESTA MISMA TABLA SE PUEDE OBSERVAR QUE EL EJEMPLO 93 TIENE VALORES UN TANTO DIFERENTES A LOS DEMAS EN CUANTO A LOS NIVELES DE METALES ASOCIADOS CON ADITIVOS SUGIRIENDO CON ESTO QUE SU ORIGEN PUDIERA SER INDUSTRIAL. AUNQUE EL BAJO CONTENIDO DE PLOMO PODRIA IMPLICAR QUE EL ACEITE PROVIENE DE UNA MAQUINARIA DIESEL, ES DECIR UN ACEITE USADO DIESEL.

AHORA BIEN EN LA TABLA NUM. III.35 TIENE INFORMACION SOBRE EL TIPO DE FRACCIONES QUE SE ENCUENTRAN EN EL ACEITE USADO Y LA DISTRIBUICION DE ELLOS EN EL MISMO ACEITE.

ESTA INFORMACION ES SOBRE LAS FRACCIONES SATURADAS, FRACCIONES DE MONDAROMATICOS, FRACCIONES DE DIAROMATICOS Y FRACCIONES DE POLYAROMATICOS-POLARES.

ESTA TABLA CUENTA CON EL PORCENTAJE PRESENTE DE LA RESPECTIVA FRACCION EN EL ACEITE USADO, UN VALOR PROMEDIO DE TODOS LOS VALORES, LOS LIMITES EN LO QUE ESPERA QUE LA FRACCION EN CUESTION TOME VALOR CON UN 95% DE CONFIANZA Y POR ULTIMO EL VALOR DE LA DESVIACION STANDAR CORRESPONDIENTE.

ANALIZANDO LOS DATOS NOS PODEMOS DAR CUENTA QUE LOS PORCENTAJES DE LAS FRACCIONES PRESENTES SON MUY PARECIDAS EN VALOR POR LO QUE EL RANGO DE ENTRE EL LIMITE INFERIOR Y EL SUPERIOR NO ES MUY AMPLIO, AL CONTRARIO ES CORTO, ORIGINANDO CON ESTO QUE EXISTA LA CONFIANZA DE QUE LA COMPOSICION DE LA ALIMENTACION DE ACEITE USADO NO VARIE SIGNIFICATIVAMENTE.

TABLA III.32

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE LA ALIMENTACION					
ACEITE	RESIDUO DE CARBON	CENIZAS %	PUNTO DE FLASH *F	PUNTO DE CONGELACION * F	No. DE SAPO- NIFICACION.
65	3.78	1.47	204	-35	11.38
66	4.43	1.81	427	-25	15.51
67	2.99	1.41	360	-30	9.74
68	2.86	1.46	403	-25	12.17
69	1.82	0.95	367	-35	13.04
70	3.26	1.56	398	-25	20.95
71	2.46	1.18	222	-45	13.44
73	4.30	1.71	365	-30	14.37
74	3.52	1.51	406	-30	12.47
76	4.30	1.63	335	-40	15.49
77	2.99	1.29	360	-40	9.40
78	2.74	1.08	370	-35	10.27
79	2.86	1.06	380	-35	10.72
80	2.72	0.99	380	-45	13.19
81	3.26	1.38	380	-40	12.26
82	2.30	0.94	255	-45	10.17
83	2.59	1.25	350	-40	12.03
84	2.86	1.10	375	-40	11.90
85	3.39	1.39	250	-40	10.85
86	3.12	1.27	355	-40	14.34
87	4.17	1.66	440	-30	17.94
88	2.30	1.18	315	-40	15.64
89	1.90	0.94	405	-25	9.34
92	2.43	1.56	380	-40	12.41
93	2.57	0.70	310	-20	6.07
94	2.59	1.17	405	-40	13.66
95	2.99	1.13	355	-40	10.64
96	3.39	1.39	305	-40	14.40
97	2.33	1.37	370	-40	13.30
98	2.18	2.20	365	-40	16.85
PROMEDIO TOTAL	2.94	1.33	348	-35	12.74

TABLA III.32 (CONTINUACION)

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE LA ALIMENTACION				
ACEITE	NO. TOTAL ACIDO	NO. TOTAL BASICO	NITROGENO %	AZUFRE %
65	5.28	1.46	0.104	0.39
66	6.85	1.10	0.094	0.38
67	4.35	1.90	0.068	0.36
68	4.28	2.32	0.073	0.45
69	3.04	1.36	0.062	0.44
70	5.64	1.95	0.075	0.30
71	3.55	1.97	0.095	0.42
73	5.63	1.48	0.084	0.45
74	5.37	2.12	0.072	0.34
76	5.04	1.22	0.099	0.54
77	3.75	2.35	0.075	0.50
78	4.06	1.66	0.070	0.40
79	3.72	1.32	0.071	0.46
80	2.87	2.29	0.060	0.46
81	5.00	1.53	0.087	0.53
82	3.45	1.54	0.061	0.45
83	3.85	2.18	0.077	0.33
84	3.86	1.55	0.070	0.41
85	4.25	2.55	0.102	0.44
86	4.92	1.05	0.086	0.41
87	6.78	1.84	0.177	0.44
88	3.97	1.77	0.078	0.40
89	3.65	1.66	0.053	0.22
92	4.65	1.41	0.096	0.40
93	2.44	1.16	0.069	0.37
94	3.93	1.72	0.055	0.35
95	3.80	1.46	0.089	0.46
96	4.98	1.24	0.062	0.38
97	4.90	1.80	0.077	0.38
98	5.70	1.52	0.100	0.47
PROMEDIO TOTAL	4.38	1.68	0.079	0.42

TABLA III.33

CONTENIDO DE METALES									
ACEITE	Ba	Ca	Mg	Na	P	Zn	Al	Cr	Cu
65	180	1775	311	64	1080	1201	12	9	33
66	693	1480	325	42	1118	1267	27	22	33
67	286	1245	236	142	889	1000	15	12	27
68	175	1393	323	41	1006	952	12	14	27
69	131	1260	138	55	740	629	41	7	17
70	148	1308	384	132	1012	1239	13	10	26
71	229	1315	236	207	782	1023	10	10	39
73	176	1675	425	54	1138	1316	15	12	20
74	204	1295	312	79	1074	1151	15	12	31
76	124	1413	599	8	895	1169	12	21	6
77	430	1401	225	115	871	990	13	7	22
78	485	1317	165	72	672	668	14	8	43
79	428	1072	259	95	815	780	13	5	41
80	260	1431	227	660	764	860	10	7	41
81	203	1358	458	102	1015	1233	12	8	38
82	144	1267	261	89	708	910	7	6	37
83	278	1008	297	357	778	1040	21	24	37
84	520	1170	182	100	674	660	11	8	18
85	333	1704	209	81	996	1140	13	8	41
86	319	1435	375	125	961	980	20	11	31
87	185	2225	999	45	1393	2500	17	8	7
88	494	1263	286	127	747	933	11	12	37
89	200	959	171	150	675	705	14	11	13
92	494	3126	220	23	982	1409	19	6	56
93	10	3986	8	67	81	80	4	8	13
94	297	1620	520	59	880	1029	13	10	28
95	377	983	147	34	1197	1527	6	5	12
96	547	1050	233	64	857	725	18	12	27
97	213	1505	310	169	881	1150	18	10	37
98	59	2670	338	69	1341	1574	25	14	16
PROMEDIO									
TOTAL	294	1555	288	115	891	1037	15	10	30

TABLA III.33 (CONTINUACION)

CONTENIDO DE METALES								
ACEITE	Fe	K	Mn	Ni	Pb	Si	Sn	V
65	137	31	3	1	4720	15	6	0
66	306	13	4	1	13885	15	7	0
67	200	34	3	1	7070	15	2	0
68	162	33	8	1	52225	15	2	0
69	164	9	8	1	3730	15	5	0
70	222	26	6	1	8460	15	6	0
71	151	72	3	2	5860	15	3	0
73	249	20	3	1	10560	19	4	0
74	212	16	3	1	8450	15	3	0
76	170	5	2	1	11575	15	3	0
77	119	41	3	0	6495	43	NA	0
78	203	79	4	0	7595	25	NA	0
79	150	24	2	0	6560	39	NA	0
80	129	20	8	0	4890	38	NA	0
81	212	33	3	0	10410	36	NA	0
82	116	25	2	0	4165	27	NA	0
83	655	83	8	0	8005	87	NA	0
84	179	57	4	2	4560	37	NA	0
85	173	37	3	2	7680	32	NA	0
86	216	36	4	2	7570	51	NA	0
87	153	5	2	4	7730	25	NA	0
88	181	45	3	5	7825	40	NA	0
89	178	15	2	4	6885	8	NA	0
92	171	17	3	1	6980	16	6	0
93	88	14	1	1	19	14	0	0
94	192	48	3	1	4855	26	4	0
95	102	6	2	1	1362	15	3	0
96	216	24	4	1	8655	25	1	0
97	272	37	4	2	9420	17	8	0
98	342	29	4	1	11165	14	14	0
PROMEDIO								
TOTAL	203	33	4	1	7062	26	4	0

NA = NO DISPONIBLE.

TABLA III.34

ACEITE	PROPIEDADES FISICAS				
	VISCOSIDAD		INDICE DE VISCOSIDAD	GRAVEDAD ESPECIFICA 60/60 °F	SEDIMENTOS Y AGUA %
	SUS 100 °F	SUS 210 °F			
65	255	56.7	168	0.904	8
66	435	72.4	158	0.932	14
67	340	61.7	145	0.908	13
68	425	69.0	145	0.917	14
69	295	55.2	124	0.904	8
70	345	62.3	146	0.920	12
71	220	53.7	168	0.904	10
73	286	61.4	176	0.906	8
74	425	70.9	154	0.929	17
76	305	60.5	156	0.908	6
77	315	58.4	137	0.901	10
78	345	60.9	137	0.905	16
79	295	56.8	137	0.901	15
80	300	60.8	162	0.914	23
81	240	59.9	149	0.906	14
82	240	52.5	136	0.897	15
83	300	61.8	168	0.907	10
84	305	59.5	119	0.903	16
85	315	59.9	147	0.905	15
86	315	61.1	164	0.910	15
87	1262	126.6	135	0.921	5
88	250	54.9	151	0.911	16
89	1032	128.6	164	0.938	42
92	325	57.7	126	0.901	6
93	395	57.4	96	0.910	16
94	350	64.5	156	0.916	22
95	285	56.5	141	0.891	4
96	300	58.9	175	0.906	20
97	375	66.1	152	0.914	1
98	415	67.7	143	0.908	0.4
PROMEDIO TOTAL	323	60.6	148	0.909	12.3

TABLA III.34 (CONTINUACION)

PROPIEDADES FISICAS				
ACEITE	AGUA	PENTANOS INSOLUBLES	BENCENOS INSOLUBLES	DILUCION DE COMBUSTIBLE %
	%	%	%	
65	2.8	1.15	0.81	5.7
66	5.7	4.38	1.26	2.0
67	7.9	1.75	0.64	4.7
68	11.5	2.62	0.82	2.9
69	4.0	0.74	0.56	3.4
70	7.5	2.42	0.99	2.6
71	5.3	1.30	0.82	9.7
73	3.7	3.16		3.2
74	13.7	4.64	0.95	3.0
76	0.2	1.29	1.24	2.6
77	5.3	2.13	0.82	3.6
78	8.0	5.02	0.75	2.2
79	6.3	2.16	0.76	2.6
80	15.5	2.34	0.49	6.8
81	4.2	2.82	1.14	3.6
82	6.2	1.06	0.85	6.4
83	13.3	1.95	1.24	5.8
84	7.8	.92	0.71	6.8
85	5.5	1.95	1.01	6.2
86	8.3	2.37	1.00	3.4
87	7.0	2.73	0.80	0.4
88	7.5	2.22	0.97	7.0
89	33.8	3.70	0.68	2.0
92	0.7	1.27	1.15	1.2
93	8.8	1.09	0.75	5.0
94	14.8	2.38	0.89	2.0
95	0.6	0.82	0.52	2.0
96	8.9	3.00	0.99	6.5
97	10.6	1.69	0.91	5.8
98	0.4	2.09	1.86	1.6
PROMEDIO				
TOTAL	6.96	2.19	0.922	4.224



TABLA III.35

ACEITE	FRACCIONES SATURADAS	FRACCIONES MONOAROMATICAS	FRACCIONES DIAROMATICAS	FRACCIONES POLY - AROMATICAS-POLARES
	%	%	%	%
65	75.51	13.63	3.46	7.39
66	77.65	12.65	2.97	6.73
67	77.25	13.20	3.44	6.11
68	78.09	12.93	3.02	5.97
69	74.19	14.08	4.25	7.50
70	76.79	12.93	4.04	6.24
71	74.46	14.22	4.11	7.22
73	76.76	12.94	3.71	6.59
74	76.15	13.27	3.57	7.01
76	76.44	13.07	3.61	6.87
77	76.74	13.15	0.90	6.21
78	77.91	12.83	3.71	5.56
79	77.19	13.04	4.18	5.59
80	76.37	13.61	4.03	5.99
81	76.78	13.05	3.93	6.23
82	77.21	13.36	3.85	5.58
83	77.04	12.84	3.92	6.20
84	76.14	13.64	3.96	6.28
85	74.88	14.26	3.88	6.98
86	76.34	13.68	3.94	6.04
87	80.33	8.62	1.67	9.38
88	75.20	13.73	4.33	6.74
89	79.34	12.19	3.28	5.18
92	77.84	13.48	3.17	5.51
93	74.08	13.85	5.42	6.65
94	78.22	13.10	3.27	5.41
95	79.80	12.37	3.01	4.82
96	74.63	14.15	4.15	7.07
97	75.16	13.86	3.66	7.32
98	76.28	12.77	3.28	7.67
PROMEDIO	76.69	13.15	3.69	6.47

LIMITES:	11.09 - 15.21	4.60 - 8.34
	73.48 - 74.90	2.41 - 4.97
DES. STD.	+ 1.5704	+ 1.0089
	- 1.0089	+ 0.6260
		+ 0.9148

POR ULTIMO LAS TABLAS III.36-37-38-39 DAN A CONOCER LOS TIPOS PROBABLES DE COMPUESTOS QUE CONFORMAN A LAS FRACCIONES DE SATURADOS MONDAROMATICOS, DIAROMATICOS Y POLIAROMATICOS - POLARES.

**TABLA III.36**

TIPOS DE COMPUESTOS EN LAS FRACCIONES MONDAROMATICAS	
TIPO	RANGO PESO MOLECULAR
ALKILBENCENOS	232 - 554
ALKILNAFTENOBENCENOS	230 - 566
ALKILDINAFTENOBENCENOS	228 - 564
ALKILTRIFTENOBENCENOS	212 - 562
ALKILTETRAFTENOBENCENOS	210 - 560
ALKILPENTANAFTENOBENCENOS	222 - 558
ALKILHEXANAFTENOBENCENOS	234 - 556

**TABLA III.37**

TIPOS DE COMPUESTOS EN LAS FRACCIONES DIAROMATICAS	
TIPO	RANGO PESO MOLECULAR
NAFTENOS	128 - 234
NAFTENOBENCENOS	324 - 548
NAFTENONAFTENOS	140 - 308
TETRAFTENOBENCENOS	308 - 546
DINAFTENONAFTENOS	138 - 334
PENTANAFTENOBENCENO	334 - 544
TRINAFTENONAFTENO	150 - 542
BENZOTIOFENO	134 - 218
TETRAFTENONAFTENO	218 - 540
PENTANAFTENONAFTENO	216 - 552
DINAFTENOBENZOTIFENO	130 - 242
HEXANAFTENONAFTENO	242 - 536

TABLA III.38

TIPOS DE COMPUESTOS EN LAS FRACCIONES SATURADAS		
TIPO		%
0	ANILLOS	26.28
1	ANILLOS	27.20
2	ANILLOS	18.78
3	ANILLOS	12.04
4	ANILLOS	15.70

TABLA III.39

TIPOS DE COMPUESTOS EN LAS FRACCIONES POLI - AROMATICAS	
TIPO	RANGO PESO MOLECULAR
ACENAFTALENOS	152 - 292
NAFTENIPIRIGENOS	292 - 544
NAFTALENO ACENAFTALENOS + FENANTRENOS Y/O ANTRACENOS	164 - 542
DINAFTENO ACENAFTALENOS + NAFTENOFENANTRENOS Y/O NAFTENO FENIANTRACENOS	162 - 540
TRINAFTENO ACENAFTALENOS + DINAFTENOFENANTRENOS Y/O DINAFTENO ANTRACENOS	188 - 524
TETRAFTENO ACENAFTALENOS + TRINAFTENOFENANTRENOS Y/O TRINAFTENO ANTRACENOS	186 - 522
DIBENZOTHIOPENOS	156 - 282
TETRAFTENDANTRACENO Y/O TETRAFTENO FENANTRENO	282 - 520
NAFTENODIBENZOTHIOPENOS	154 - 238
PIRILENOS	238 - 308
PENTAFTENOFENDUTRENOS Y/O PENTAFTENO ANTRACENOS	308 - 546

**CONCLUSIONES:**

LA MAYOR PARTE DE LOS ACEITES QUE SE ANALIZARON MOSTRARON QUE LOS NIVELES DE VALORES DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS (No. DE SAPONIFICACION, DILUCION DE GASOLINA, % DE CENIZAS, ETC.) DEL CONTENIDO DE METALES (DEBIDO A LOS ADITIVOS, AL DESGASTE Y CONTAMINACION) DE LAS PROPIEDADES QUE DAN INDICIO DE LA CALIDAD DEL ACEITE (VISCOSIDAD, INDICE DE VISCOSIDAD, PUNTO DE CONGELACION, PUNTO DE FLASH, ETC.,) Y DEL TIPO Y CANTIDAD DE FRACCIONES PRESENTES EN EL ACEITE (SATURADOS, MONOAROMATICOS, DIAROMATICOS Y POLYAROMATICOS) SON MUY SIMILARES, LO QUE SE VENDRIA A CONFIRMAR QUE LA COMPOSICION DEL ACEITE USADO AUTOMOTRIZ (MOTOR A GASOLINA) NO DEPENDE MUCHO DE LA ESTACION DEL AÑO, NI DEL LUGAR DE LA FUENTE DE DONDE SE OBTUVO EL ACEITE BASICO PARA ELABORAR EL ACEITE LUBRICANTE AUTOMOTRIZ, QUE PASARA DESPUES A SER ACEITE USADO, Y AL MISMO TIEMPO HACER ENFASIS QUE LA COMPOSICION DE LA ALIMENTACION TIENDE A VARIAR DE UNA MANERA POCO CONFLICTIVA PARA LAS COMPANIAS RE-REFINADORAS.

TAMBIEN ES IMPORTANTE SENALAR QUE TIPOS DE ACEITES USADOS SE PUEDEN ADQUIRIR Y MEZCLAR ENTRE SI. A CONTINUACION SE ENLISTAN (XVIII):

## 1.- AUTOMOTRIZ :

MOTORES DIESEL Y GASOLINA  
 " MAQUINARIA AGRICOLA  
 " " PARA CONSTRUCCION  
 " MARINOS DIESEL O A GASOLINA EXCEPTO LOS  
 QUE USAN COMBUSTOLEO O QUE ESTAN FUERA DE BORDA.

2.- HIDRAULICO NO SINTETICO: SISTEMAS HIDRAULICOS EN GENERAL EXCEPTO LOS QUE MANEJAN CON AGUA Y ACEITE SOLUBLES.

3.- CAJAS DE ENGRANES, DE TRANSMISION, DE REDUCCION; EXCEPTO ASFALTICOS.

4.- ACEITES PARA TURBINAS, COMPRESORES.

5.- ACEITES PARA TRANSFORMADOR ( SIN DIFENIL POLICLORADOS, PIRANOL, INEERTEEN, ETC.)

6.- TEMPLADO

7.- PULIDO

(XVIII) EXTRAIDO DEL CONTRATO DE INDACSA - PEMEX.

28 DE JUNIO 1985

PAG. 4

### 3.4 PRUEBAS PARA PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE LOS ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES.

A CONTINUACION SE DAN ALGUNAS PRUEBAS, SU DEFINICION, SU SIGNIFICADO Y SU METODO. ESTAS SON RESPALDADAS POR DIFERENTES ORGANIZACIONES Y CODIGOS, DENTRO DE LAS CUALES PODEMOS ENCONTRAR:

ASTM  
STANDARDS ON PETROLEUM PRODUCTS AND LUBRICANTS  
FEDERAL TESTS METHOD STANDARD 791  
LUBRICANTS METHODS OF TESTINGS.  
COORDINATION RESEARCH COUNCIL  
SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS.  
AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE.

#### 3.4.1.- PRUEBA DE ACIDIDAD, BASICIDAD Y NUMERO DE NEUTRALIZACION:

SE DEFINE COMO NUMERO DE ACIDIDAD, BASICIDAD COMO LA CANTIDAD DE BASE TITULADORA, EXPRESADA EN mg DE HIDROXIDO DE POTASIO, QUE SE REQUIERE PARA NEUTRALIZAR EL CONTENIDO ACIDO O BASICO DE UN GRAMO DE MUESTRA.

LOS INGREDIENTES DEL ACEITE QUE LE PROPORCIONAN UN CARACTER ACIDO PODRIAN SER ACIDOS ORGANICOS E INORGANICOS, COMPUESTOS FENOLICOS, RESINAS, ESTERES, SALES ACIDAS DE METALES PESADOS.

SIMILARMENTE ENTRE LOS COMPUESTOS QUE LE PROPORCIONAN CARACTER BASICO ESTAN LAS BASES ORGANICAS E INORGANICAS, SALES BASICAS Y COMPUESTOS AMINO, JABONES, INHIBIDORES Y DETERGENTES QUE ACTUAN COMO AMFOTEROS.

LA PRUEBA PUEDE LLEVARSE A CABO CON UN POTENCIOMETRO. EL NUMERO DE NEUTRALIZACION INDICA EL GRADO DE OXIDACION DE UN ACEITE USADO. EL NUMERO BASICO O ACIDO DE UN ACEITE NUEVO SIN ADITIVOS ESTA NORMALMENTE EN EL RANGO DE 0.02 A 0.10.

#### 3.4.2 PUNTO DE ANILINA:

SE DEFINE COMO LA TEMPERATURA A LA CUAL IGUALES VOLUMENES DE ACEITE Y ANILINA SON MUTUAMENTE SOLUBLES. EN CASO DE SER EXPRESADO COMO PUNTO DE MEZCLA DE ANILINA, SE DEFINE COMO LA TEMPERATURA A LA CUAL UNA MEZCLA DE 2 VOLUMENES DE ANILINA Y UNA DE ACEITE Y UNA DE N-HEXANO, FORMAN UNA SOLUCION EN EQUILIBRIO.

LA ANILINA, POR SER UN DERIVADO DEL BENCENO POSEE UN ANILLO EN SU ESTRUCTURA, POR LO QUE ES MAS SOLUBLE EN ACEITES QUE CONTENGAN GRANDES CANTIDADES DE MATERIALES CUYA ESTRUCTURA SEA SIMILAR A LA DEL BENCENO.

LA PRUEBA DEL PUNTO DE ANILINA ES LIMITADA POR EL RANGO DE TEMPERATURA ENTRE INMEDIATAMENTE INFERIOR DEL PUNTO DE EBULLICION Y POR ENCIMA DEL PUNTO DE SOLIDIFICACION DE LA MEZCLA.

LA PRUEBA CONCISTE EN COLOCAR EN UN RECIPIENTE, UN VOLUMEN DE ANILINA Y ACEITE, CALENTAR Y ENFRIAR LA MEZCLA A VELOCIDAD CONTROLADA; APROXIMADAMENTE 1 °C/MIN (AGITANDO) HACIENDO QUE APAREZCAN DOS FASES, LUEGO UNA, Y A LA TEMPERATURA A LA CUAL EMPIEZA APARECER TURBIDEADES SE LE CONOCE COMO PUNTO DE ANILINA.

LOS ACEITES QUE TENGAN ALTAS TEMPERATURAS DE SOLUBILIDAD, CONTIENEN MENOS COMPUESTOS AROMATICOS Y MAS ALIFATICOS QUE AQUELLOS DE BAJO PUNTO DE ANILINA.

#### 3.4.3.- RESIDUO DE CARBON:

SE DEFINE COMO LOS DEPOSITOS DE CARBON QUE RESULTAN DE SOMETER UN ACEITE A CONDICIONES DE EVAPORACION Y PIROLISIS.

SE DEBE TENER CUIDADO CON LA PRUEBA PUES HAY ACEITES QUE BAJO PIROLISIS ORIGINAN RESIDUO QUE NO ES CARBONOSO, LO QUE PUEDE ACARREAR UN CONSIDERABLE ERROR EN LA ESTIMACION. POR LO QUE SE RECOMIENDA QUE PRIMERO SE LLEVE A CABO LA DETERMINACION DE CENIZAS Y QUE LA DIFERENCIA SEA INTERPRETADA COMO EL RESIDUO DE CARBON.

LA PRUEBA "RAMSBOTTOM" CONCISTE EN INTRODUCIR UNA CANTIDAD DE ACEITE EN UN CONTENEDOR DE VIDRIO ESPECIAL. ESTE A SU VEZ ES COLOCADO EN UN HORNO DE METAL DENTRO DEL CUAL SE MANTIENE UNA TEMPERATURA DE T= 1020 °F; LA MEZCLA SE SOMETE A LA T INDICADA Y A PRESION REDUCIDA, TODOS LOS VOLATILES SALEN DEL CONTENEDOR DEJANDO A LOS MAS PESADOS, LOS CUALES SE DESCOMPODRAN Y ALGUNOS SE OXIDARAN DURANTE EL PERIODO DE CALENTAMIENTO. EL CONTENIDO SE ENFRIA Y SE PESA, LA DIFERENCIA ENTRE EL PESO DE ANTES Y DESPUES DE LA PRUEBA CONCISTE EN RESIDUO DE CARBON, EL CUAL SE EXPRESA EN % DEL PESO ORIGINAL.

VALORES PARA VARIOS PRODUCTOS DE LA PRUEBA:

LIQUIDO:	% DE RESIDUO DE CARBON:
ACEITE PARA MOTOR	0.03 - 0.25
SAE 50, ACEITE PARA MOTOR	0.30 - 1.50
GASOLINA	0.0
KEROSENO	0.0

#### 3.4.4 FORMACION DE EMULSION:

ESTA PRUEBA ES UNA MEDIDA DE LAS CAPACIDADES QUE TIENEN EL ACEITE Y EL AGUA DE SEPARARSE UNO DEL OTRO.

PARA REALIZAR LA PRUEBA SE COLOCAN 40 ml DE ACEITE Y 40 ml DE AGUA EN UN CILINDRO GRADUADO. EL CONTENIDO SE AGITA POR 5 MINUTOS MANTENIENDO UNA TEMPERATURA DE 130 °F. DESPUES DE ESTO SE DEJA REPOSAR LA MEZCLA Y SE REGISTRA EL TIEMPO PARA LA SEPARACION.

AHORA BIEN SI LA SEPARACION NO ES COMPLETA O EL VOLUMEN DE LA EMULSION NO SE REDUCE A 3 ml O MENOS DESPUES DE 1 HR. LOS VOLUMENES DE ACEITE Y AGUA Y EMULSION SE REPORTAN.

LA PRESENCIA DE AGUA PROPICIA LA FORMACION DE LODOS, Y LA PRESENCIA DE CUERPOS EXTRAÑOS DIFICULTA LA SEPARACION DE LA EMULSION. LAS CARACTERISTICAS DE EMULSION REFLEJAN AL PRESENCIA DE COMPUESTOS OXIDADOS.

**3.4.5. VOLATILIDAD Y EVAPORACION:**

EN APLICACIONES EN DONDE LAS ALTAS TEMPERATURAS PREVALECN, LAS PERDIDAS POR EVAPORACION PUEDEN SER SIGINIFICATIVAS.

EL METODO POR LO GENERAL REQUIERE DE UNA CELDA ESPECIAL RODEADA POR UN CALENTADOR CON ENTRADA DE AIRE POR LA BASE, UN CRISOL CON TAPA, UN TUBO DE CONDUCCION DE AIRE CALIENTE Y UN ROTAMETRO.

EL CRISOL SE COLOCA DE TAL SUERTE QUE EL AIRE CALIENTE FLUYA A TRAVES DE SU SUPERFICIE DEL ACEITE. EL FLUJO DE AIRE SE ESTABLECE A 2 Lt/ MIN. Y POR ESPACIO DE 22 HRS. LA DIFERENCIA EN PESO SE DA EN %.

LA VOLATILIDAD Y LA EVAPORACION SON IMPORTANTES PUES SE PREEVERIA LA PERDIDA DE MATERIAL QUE PUDIESE CONTRIBUIR A LA PERDIDA DE PRODUCTOS QUE CONTRIBUYAN A LA LUBRICIDAD DEL ACEITE. Y POR OTRO LADO SI SUMAMOS ESTAS PERDIDAS A LAS ORIGINADAS POR OXIDACION Y CRACKING; YA SON SIGINIFICATIVAS. UNA EXCESIVA EVAPORACION AUMENTA LA VISCOSIDAD.

**3.4.6 PUNTO DE FLASH E IGNICION:**

EL PUNTO DE FLASH ES LA TEMPERATURA MAS BAJA A LA CUAL UN ACEITE ORIGINA SUFICIENTE VAPOR PARA FORMAR UNA MEZCLA INFLAMABLE BAJO CONDICIONES ESTANDARD, MIENTRAS QUE EL PUNTO DE IGNICION ES LA TEMPERATURA A LA CUAL EL ACEITE VAPORIZA SUFICIENTEMENTE RAPIDO PARA SEGUIR ARDIENDO DESPUES DE LA IGNICION.

EL METODO DE LA "CUBA ABIERTA" CONCISTE EN COLOCAR ACEITE MUESTRA EN UNA CUBA DE BRONCE, LA CUAL ES SOPORTADA POR UN ANILO METALICO. POR MEDIO DE UNA FUENTE DE CALOR LA TEMPERATURA SE LLEVA HASTA 50 \*F MENOS DEL PUNTO DE FLASH, ANTICIPADO Y DESPUES IR INCREMENTANDO LA TEMPERATURA A RAZON DE 10 \*F /MIN. A CADA 5 \*F ALCANZADOS UNA FLAMA DE TAMAÑO PREVIAMENTE ESPECIFICADO ES PASADA SOBRE SU SUPERFICIE DEL ACEITE HASTA QUE LA TEMPERATURA DE FLASH OCURRA. SI EL PROCESO CONTINUA; SE REGISTRA LA TEMPERATURA A LA CUAL LA COMBUSTION SE CONSERVA MINIMO POR 5 SEG.

DESDE EL PUNTO DE VISTA SEGURIDAD ESTA PRUEBA ES IMPORTANTE PUES PODRIAN EVITARES RIESGOS DE FLAMA. Y POR OTRO LADO INDICA LA PRESENCIA DE SOLVENTES Y COMBUSTIBLE.

**3.4.7 ESPUMA:**

ESTA PRUEBA INDICA LA TENDENCIA DEL ACEITE A FORMAR ESPUMA BASADA EN VELOCIDADES EMPIRICAS, ASI COMO TAMBIEN LOS VALORES DE PERSISTENCIA DE LA ESPUMA.

UNDS 200 ml DE ACEITE SE COLOCAN EN UN CILINDRO GRADUADO EL CUAL SE SUMERGE EN UN BANO MARIA PARA MANTENER LA T= 75 \*F. UNA VEZ QUE LA T SE ESTABILIZA SE INYECTA AIRE POR UN TUBO CAPILAR DESDE EL FONDO DEL CILINDRO; A RAZON DE 94 ml/ MIN Y POR UN LAPSO DE 5 MIN. AL TIEMPO FIJADO ANOTAR LA ALTURA DE LA MEZCLA Y REGISTRARLA NUEVAMENTE AL CABO DE 10 MIN DE REPOSO. EL PROCESO SE

REPITE CON UNA NUEVA MUESTRA PERO A 200 °F Y A 75 °F. LOS DATOS SE REPORTAN COMO LA ALTURA DE LA ESPUMA OBSERVADA INMEDIATAMENTE DESPUES DEL SOPLADO Y DESPUES DEL TIEMPO DE ASENTAMIENTO PARA CADA EJEMPLD.

LA FORMACION DE ESPUMA SE ASOCIA CON UNA INADECUADA LUBRICACION Y CAVITACION. Y POR OTRO LADO LOS ACEITES QUE POSEEN UNA ALTA TENDENCIA A LA FORMACION DE ESPUMA, ES MAS PROPENSO A LA FORMACION DE LODOS.

#### 3.4.8 NUMERO DE PRECIPITACION:

SE DEFINE COMO LA CANTIDAD (EN ml) DE PRESIPITADO FORMADO CUANDO EL VOLUMEN DE 10 % DE ACEITE Y 90% DE SOLVENTE SE CENTRIFUGA BAJO CONDICIONES ESPECIFICAS.

AUNQUE LA PRUEBA SE UTILIZA MAS PARA EVALUAR LA CANTIDAD DE MATERIA ESTRANA EN EL ACEITE, TAMBIEN SE USA PARA CONOCER LA CANTIDAD DE RESIDUOS ASFALTICOS PRESENTES EN EL ACEITE. LA PRUEBA NO APLICA PAAR IDENTIFICAR LA NATURALEZA O LA FUENTE DE LOS DEPOSITOS.

PARA LLEVAR A CABO ESTA PRUEBA SE COLOCAN 10 ml DE ACEITE EN UN RECIPIENTE DE VIDRIO CONICO GRADUADO Y SE AFORA HASTA 100 ml CON NAFTA. Y SE CENTRIFUGA POR 10 MIN A 1400 R.P.M.EL VOLUMEN DE SEDIMENTOS COLECTADOS EN EL FONDD DEL TUBO ES REPORTADO COMO EL NUMERO DE PRECIPITACION.

EL NUMERO DE PRECIPITACION SIRVE PARA INDICAR LA PRESENCIA DE PRODUCTOS INSOLUBLES, LA ACUMULACION CONFORME AL TIEMPO Y AL GRADO DE EFECTIVIDAD DEL SISTEMA DE FILTRADO. EN EL PRECIPITADO PODEMOS ENCONTRAR LODOS ASFALTICOS, TIERRA, POLVO E HILACHOS.

#### 3.4.9 CONTENIDO DE AGUA:

POR LO REGULAR SE PUEDE REALIZAR EL METODO DE DESTILACION; SE AGREGA AL FRASCO DE DESTILACION UNA CANTIDAD DE ACEITE CUIDADOSAMENTE MEDIDA (10 ml) Y SE MEZCLA CON XILOL. LA MEZCLA SE CALIENTA DE TAL SUERTE QUE SE MANTENGA UNA DESCARGA EN LA DESTILACION DE 3-4 GOTAS POR SEGUNDO, LA DESTILACION CONTINUA HASTA QUE NO HAYA GOTAS DE DESTILADO. EL VOLUMEN DEBE EXPRESARSE EN % .

LOS LUBRICANTES RARA VEZ PERMANECEN SIN AGUA, LA PRESENCIA DE AGUA ES UN ELEMENTO SIGINIFICATIVO EN LA ESTABILIDAD A LA OXIDACION Y CORROSION. LA PRESENCIA DE AGUA DISMINUYE LA VIDA UTIL DEL ACEITE DE 3 - 10 VECES.

#### 3.4.10 CONTENIDO DE AZUFRE:

SE COLOCA UN GRAMO DE ACEITE EN UNA PEQUERA CUBA DE PLATINO, LA CUAL ES COLOCADA EN UNA BOMBA CILINDRICA CON UNA CAPACIDAD DE 300 ml. UN ALAMBRE DE IGNICION ( POR LO REGULAR DE



PLATINO) ES COLOCADO POR ENCIMA DE LA SUPERFICIE Y CONECTADA A LA FUENTE DE PODER. DESPUES SE AGREGA CARBONATO DE SODIO EN SOLUCION GOTA A GOTA Y SE AÑADE OXIGENO, TODO EL EQUIPO SE SUMERGE EN BAÑO MARIA, Y SE ACCIONA EL ENCENDIDO DEL ALAMBRE DE PLATINO.

SI LA COMBUSTION COMPLETA OCURRE, SON TRATADOS CON AGUA DE BROMO Y EVAPORADOS A UN RECIPIENTE PEQUEÑO. SE AÑADE LA SOLUCION DE CLORURO DE BARIO Y DESPUES DE EBULLICION REDUCIR EL VOLUMEN A 75 ml. EL PRECIPITADO DE SULFATO DE BARIO ES FILTARDO, SECADO Y PESADO. LA CANTIDAD DE AZUFRE SE EXPRESA EN %.

EL CONTENIDO DE AZUFRE ESTA PRESENTE COMO UN INGREDIENTE NATURAL O POR LA ADICION DE ALGUN ADITIVO. EN CUALQUIERA DE LOS CASOS ESTE PERMANECE COMO UN INGREDIENTE INERTE INFLUENCIANDO ALGUNAS VECES FAVORABLEMENTE LA ESTABILIDAD A LA OXIDACION. MAS SIN EN CAMBIO PUEDE SER CORROSIVO ANTE EL COBRE Y LA PLATA. SU DETERMINACION EN ACEITES USADOS TAMBIEN TIENE IMPORTANCIA EN CUANTO EVALUAR LAS CANTIDADES DE ADITIVO DE "EXTREMA PRESION" QUE PERMANECE REMANENTE EN EL ACEITE.

**3.5 QUE LE OCURRE A UN LUBRICANTE CUANDO ESTA EN SERVICIO:**

EL LUBRICANTE CUANDO ESTA EN SERVICIO SUFRE DOS TIPOS DE CAMBIO, QUE POR SU EFECTO PUEDEN SER CAMBIOS FISICOS Y/O QUIMICOS. ESTOS A SU VEZ PUEDEN DEBERSE A FACTORES INTERNOS Y FACTORES EXTERNOS.

LOS CAMBIOS INTERNOS DEL ACEITES PROVIENEN POR LO GENERAL DE LA OXIDACION DEL MISMO, ESTO LO PUEDE HACER MAS CORROSIVO HACIA CIERTOS METALES. SU VISCOSIDAD SE INCREMENTA, Y SE INCREMENTAN LOS DEPOSITOS. LA VELOCIDAD DE OXIDACION DEPENDE DE LA TEMPERATURA, TIEMPO, CATALIZADORES PRESENTES (METALES EN SU MAYORIA), CANTIDAD DE AIRE PRESENTE, TIPO DE ACEITE Y LOS ADITIVOS ANTIOXIDANTES.

CUANDO UN ACEITE MINERAL SE OXIDA, EN PRIMER INSTANCIA FORMA COMPUESTOS OXIGENADOS SOLUBLES EN EL MISMO, TALES COMO CETONAS, ALCOHOLES, LOS CAULES DESPUES SE TRANSFORMAN EN ACIDOS. EVENTUALMENTE SE FORMAN COMPUESTOS RESINOSOS, LOS CAULES SON INSOLUBLES EN EL ACEITE POR EL GRADO DE OXIDACION O BIEN POR QUE HAN CAMBIADO DE ESTRUCTURA MOLECULAR.

ES ASI QUE CUANDO OCURRE OXIDACION, EL NUMERO DE NEUTRALIZACION, LA VISCOSIDAD Y EL COLOR OSCURO DEL ACEITE SE INCREMENTAN Y POSTERIORMENTE HAY FORMACION DE DEPOSITOS.

POR OTRO LADO CUANDO EL ACEITE ES CONTAMINADO CON TIERRA Y POLVO DEBIDO AL MAL ESTADO DE LOS FILTROS O POR CONTAMINACION DEL COMBUSTIBLE, EXISTE LA TENDENCIA A LA FORMACION DE DEPOSITOS, AL DESGASTE ABRASIVO Y A LA ESPUMACION.

A CONTINUACION SE DA UNA TABLA QUE SIMPLIFICA LOS CONTAMINANTES, LA POSIBLE FUENTE DE ESOS CONTAMINANTES Y LOS EFECTOS EN EL LUBRICANTE.

TABLA 3.40

MAQUINAS DIESEL		
CONTAMINANTES	FUENTES	EFFECTOS SOBRE EL ACEITE
PRODUCTOS DE LA COMBUSTION INCOMPLETA OXIDACION Y POLIMERIZACION.	COMBUSTIBLE, ACEITE	OBSCURECIMIENTO DE ACEITE TENDENCIA A LA FORMACION DE LACAS, SEDIMENTOS, E INCREMENTA LA OXIDACION.
TIJNE, HOLLIN.	COMBUSTIBLE	ENEGRESCIMIENTO DE ACEITE, INCREMENTO DE VISCOSIDAD TENDENCIA A LA FORMACION DE DEPOSITOS.
TIERRA Y POLVO	ENTRADAS DE AIRE, COMBUSTIBLE.	FORMACION DE DEPOSITOS, DESGASTE POR ABRASION, FORMACION DE ESPUMA.
PARTICULAS METALICAS ESCAMAS, HERRUMBE.	DESGASTE DEL MOTOR, REBABAS	CATALIZAN DETERIORIZACION DEL ACEITE, FORMACION DE DEPOSITOS, DESGASTE ABRASIVO.
COMBUSTIBLE	FUGAS, COMBUSTION INCOMPLETA.	ESTABILIDAD DEL ACEITE DISMINUIDA, VISCOSIDAD REDUCIDA, FORMACION DE LACA.
AGUA	CONDENSACION DE GASES DE COMBUSTION. FUGAS.	ESTABILIDAD DISMINUIDA, FORMACION DE LODOS, CORROSION.
ACIDOS	GASES DE COMBUSTION.	CORROSION DE METALES ESTABILIDAD DISMINUIDA, FORMACION DE LODOS, LACAS.

TABLA 3.41

MAQUINAS A GASOLINA		
CONTAMINANTES	FUENTE	EFFECTOS SOBRE EL ACEITE
PRODUCTOS DE COMBUSTION INCOMPLETA, OXIDACION, POLIMERIZACION.	GASOLINA, ACEITE.	FORMACION DE DEPOSITOS, COLORACION DE GRIS DEL ACEITE. FORMACION DE LACAS, INCREMENTA LA VISCOSIDAD, LA OXIDACION.
TIZNE, MATERIAL CARBONOSO.	GASOLINA.	ENEGRESCIMIENTO DE ACEITE FORMACION DE DEPOSITOS, INCREMENTO DE VISCOSIDAD.
TIERRA	SUMISTROS DE AIRE, FILTRO.	TENDENCIA AL DESGASTE ABRASIVO, FORMACION DE DEPOSITOS.
PARTICULAS METALICAS	DESGASTE DE MOTOR, REBABAS.	FORMACION DE DEPOSITOS, CATALIZAN LA DETERIORACION DEL ACEITE, DESGASTE ABRASIVO.
DILUCION DE GASOLINA	COMBUSTIBLE, PARADAS EXCESIVAS, FUGAS.	VISCOSIDAD REDUCIDA, ESTABILIDAD DISMINUIDA, FORMACION DE LACAS.
AGUA Y ANTICONGELANTE	CONDENSACION DE GASES, FUGAS EN JUNTAS	FORMACION DE LACAS, CORROSION, EMULSIONES, INCREMENTA LA OXIDACION, FORMACION DE DEPOSITOS.
ACIDOS	GASES DE COMBUSTION.	CORROSION DE METALES, FORMACION DE LODOS, DE LACAS.

## CAPITULO

### IV

BALANCE DE MASA Y ENERGIA / DISEÑO Y ESPECIFICACION DE EQUIPO /  
LOCALIZACION DE LA PLANTA.

#### 4.1 BALANCE DE MASA Y ENERGIA:

A CONTINUACION SE DAN LOS CRITERIOS EMPLEADOS PARA REALIZAR LOS BALANCES:

1.- SEGUN LOS DATOS BIBLIOGRAFICOS, PARA QUE ESTE PROCESO SEA RENTABLE LA MINIMA CANTIDAD DE ACEITE A RE-REFINAR ES DE 10 MILLONES DE GALONES AL AÑO.

2.- CAPACIDAD DE OPERACION: 0.70 CAPACIDAD INSTALADA.

3.- SE PROPONE UN TURNO Y 275 DIAS / AÑO QUE EQUIVALEN A 75 % DEL MISMO.

4.- OPERACIONES:

$$\begin{array}{r} \text{CAPACIDAD} \\ \text{INSTALADA} \end{array} = \frac{10,000,000.0 \text{ GAL /AÑO}}{0.70} = 14,285.714 \text{ GAL /AÑO}$$

$$= 14,285,714.0 \text{ GAL /AÑO ( 1 AÑO )} = 51,498 \text{ GAL /DIA}$$

(275 DIAS EFECTIVOS)

$$= 7876 \text{ LB/HR.}$$

**NOTA:** DENSIDAD = 0.872 gr /cc = 54.391 lb/ft cubico.

5.- LOS LODOS ACIDOS SEPARADOS EN LOS SEDIMENTOS EQUIVALEN AL 2 % DE LA ALIMENTACION DE ACEITE AL SEDIMENTADOR, MAS EL 98 % DE ACIDO ALIMENTADO A ESTE MISMO.

6.- EL ACEITE QUE SALE DEL FILTRO JUNTO CON ARCILLA (TORTA-ARCILLA-ACEITE) ES DE 0.9 % DEL ACEITE ALIMENTADO A ESTE FILTRO.

7.- EL ACIDO SULFURICO SE AGREGA EN 2 % DEL PESO DEL ACEITE CON UNA CONCENTRACION DEL 93 % A UNA TEMPERATURA DE 100°F Y AMBOS SE MEZCLAN POR UN TIEMPO DE 10 MIN.

8.- SE UTILIZA ARCILLA DE MALLA 200 Y A RAZON DE 2 % EN PESO, SE CALIENTAN AMBOS A UNA TEMPERATURA DE 350 °F POR UN TIEMPO DE 6 HRS. HACIENDO PASAR ENTRE LA MEZCLA VAPOR SOBRECALENTADO.

9.- LA SEPARACION DE PROPANO - ACEITE, PROPANO - RESIDUOS SE HACE A LA TEMPERATURA CRITICA DEL PRIMERO (TC = 206 °F) PUES A ESTA TEMPERATURA NO DISUELVE NINGUN COMPUESTO ORGANICO.

10.- EL VOLUMEN DE PROPANO QUE SE UTILIZA ES DE 4 : 1 PROPANO -- ACEITE, Y SE DEBE MEZCLAR EL PROPANO EN FORMA LIQUIDA EN LA TUBERIA Y ASENTAR POR UN TIEMPO DE 1 HR A UNA TEMPERATURA DE 140 F.

11.- SE AGREGA 15 % DE UN DESTILADO 34 API A LOS RESIDUOS ACEITE- PROPANO.

12.- LA DESHIDRATACION Y ELIMINACION DE HIDROCARBUROS LIGEROS, GASOLINA SE LLEVA A CABO EN UNA SEPARACION FLASH A 375 F.

13.- SE TIENE UNA COMPOSICION DE LA ALIMENTACION DE (XIX):

X ACEITE = 0.87

X AGUA = 0.08

X GASOLINA = 0.05

Y UNA DENSIDAD RELATIVA DE 0.905.

(XIX) PROPANE CLARIFICATION AIDS LUBE OILS RECLAMATION  
FEBRUARY 21, 1972.  
CHEMICAL ENGINEERING





#### 4.2 DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DE EQUIPO

ESTE TRABAJO ES EXTENSO EN CONTENIDO, POR LO QUE SOLO SE ILUSTRARA EL DISEÑO DE EQUIPO CON UN SOLO CASO, DEL RESTO SOLO SE TABULARAN LOS RESULTADOS, A CONTINUACION SE DAN ALGUNAS OBSERVACIONES:

TANQUES: PARA EL DISEÑO DE TANQUES DE SEPARACION INSTANTANEA, SE HIZO LA CONSIDERACION DE UN SISTEMA DE COMPORTAMIENTO IDEAL, DEBIDO A LAS CONDICIONES DE TRABAJO. LA BIBLIOGRAFIA DE APOYO PRINCIPAL FUE :

"ASME BOILER AND PRESSURE VESSEL CODE AN AMERICAN"  
NATIONAL STANDAR ANSI / ASME.

HPV - VIII - I RULES FOR CONSTRUCTION OF PRESSURE VESSELS

INTERCAMBIADORES DE CALOR: PARA CALCULAR ESTOS SE SUPUSO UN INTERCAMBIADOR DE CALOR REPORTADO POR LA LITERATURA QUE OPERARA CON SIMILARES FLUJOS Y TEMPERATURAS. SE CALCULARON LAS CAIDAS DE PRESION EN EL LADO DE LOS TUBOS Y LA CORAZA ASI COMO TAMBIEN EL FACTOR DE OBSTRUCCION Y SE CHECABA CON LOS PERMITIDOS RECOMENDADOS POR LA LITERATURA. LA BIBLIOGRAFIA DE APOYO PRINCIPAL FUE:

"PROCESOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR"

DONALD Q. KERN

ED. CECSA

CAP. 1 - 8.

BOMBAS: POR LAS CONDICIONES DE TRABAJO SE PROPUSIERON BOMBAS CENTRIFUGAS, SE ELABORO UN DIAGRAMA SIMPLE QUE ILUSTRARA LAS DIFERENCIAS DE NIVEL LOCALIZADOS PARA CADA EQUIPO, LA SEPARACION ENTRE EQUIPOS Y ALGUNOS CAMBIOS DE DIRECCION ( ESTOS ULTIMOS DIFICILES DE APRECIAR CON EXACTITUD) EN BASE A LAS VELOCIDADES RECOMENDADAS SE CALCULARON DIAMETROS DE TUBERIA EN LA SUCCION Y EN LA DESCARGA.

FILTROS: EN EL CASO DE LOS FILTROS, LA BIBLIOGRAFIA RECOMIENDA UTILIZAR "FILTROS PRENSA SWEETLAND" CUYAS CARACTERISTICAS SE ENCUENTRAN TABULADAS. SE SELECCIONO EL TAMANO DEL FILTRO ACORDE AL FLUJO QUE SE MANEJA, A LA CANTIDAD DE SOLIDOS PRESENTES Y A LA VELOCIDAD DE FILTRACION RECOMENDADA.

## A. SEPARADORES LIQUIDO- VAPOR.-

LA SECUENCIA DE CALCULO PARA ESTOS EQUIPOS SE ILUSTRARA A TRAVES DEL CALCULO DE UNO DE ELLOS, EN ESTE CASO DEL "FA-01". Y ESTA ES:

1.- DE ACUERDO A LA COMPOSICION DE LA ALIMENTACION:

XAC = 0.89 (Peb = 350 °F, = 0.909 = 24 API) = ACEITE

XAG = 0.07 AGUA

XGA = 0.04 (Peb = 100 °F, = 62.4 API) GASOLINA

Y CONSIDERANDO UN COMPORTAMIENTO IDEAL ; LO QUE IMPLICA QUE EL COEFICIENTE DE ACTIVIDAD Y DE FUGACIDAD SEAN IGUAL A 1.0. UNA T= 375 °F Y P= 1.0 ATM., SE UTILIZO LA ECUACION DE EQUILIBRIO LIQUIDO-VAPOR:

$$X_i = \frac{1}{V} \frac{X_{Fi}}{K_i + L/V} = \frac{1}{V} \frac{X_{Fi}}{\frac{P_i + L/V}{P_t}}$$

DONDE:

P<sub>i</sub> = PRESION DE VAPOR DEL COMPONENTE i .

P<sub>t</sub> = " TOTAL DEL SISTEMA.

L = FRACCION LIQUIDA.

V = FRACCION QUE SE EVAPORO.

X<sub>Fi</sub> = COMPOSICION DEL COMPONENTE i EN LA ALIMENTACION,

SE ESTIMA LA P<sub>i</sub> DE CADA COMPONENTE A LA T= 375 °F, QUE RESULTO

SER:

PAC = 20.0 LB/IN CUADRADA

PAG = 184.6 "

PBA = 410.0 "

SE HICIERON DIFERENTES ITERACIONES CON DIFERENTES VALORES DE "V" Y "L", HASTA LOGRAR QUE LA SUMATORIA DE LAS X<sub>i</sub> = 1.0 (APROX). UNA VEZ LOGRADO LO ANTERIOR SE CALCULO TAMBIEN LA COMPOSICION EN LA FASE VAPOR MEDIANTE LA ECUACION:

$$Y_i = X_i \frac{P_i}{P_t}$$

LOS RESULTADOS FUERON:

XAC = 0.9575

XAG = 0.0319

XGA = 0.0106

1.0000

L = 0.857

V = 0.143

YAC = 0.3452

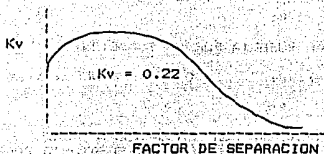
YAG = 0.3687

YGA = 0.2861

1.0000



6.- ENCONTRAR EL FACTOR DE VELOCIDAD DE DISEÑO DE VAPOR: "Kv" DE LA GRAFICA CORRESPONDIENTE:



Y OBTENER LA VELOCIDAD DE DISEÑO MAXIMA DE VAPOR:

$$Uv \text{ max} = Kv \sqrt{\frac{(P_1 - P_v)}{P_v}} \quad [\text{ FT. / SEG }] = 2.2295$$

7.- CALCULAR EL AREA TRANSVERSAL MINIMA DEL RECIPIENTE:

$$A \text{ min} = \frac{Qv}{Uv \text{ max}} = [\text{ FT CUADRADO }] = 1.1755$$

8.- ENCONTRAR EL DIAMETRO DEL RECIPIENTE:

$$D \text{ min} = \sqrt{\frac{4 * A \text{ min}}{3.1416}} = [\text{ FT }] = 1.2234$$

9.- CALCULAR EL VOLUMEN DEL LIQUIDO REQUERIDO EN EL RECIPIENTE ELEGIENDO UN TIEMPO DE RESIDENCIA APROPIADO:

$$V = Q1 * 0 = 9.096 \text{ FT CUBICO}$$

10.- DETERMINAR LA ALTURA DEL LIQUIDO:

$$H1 = \frac{V * 4}{3.1416 * D * D} = \frac{9.096 * 4.0}{3.1416 * 1.2234 * 1.2234} = 7.7379$$

11.- OBTENER LA ALTURA DE DISGREGACION: SE OBTIENE DE GRAFICAS, Y ES MEDIDA DESDE LA BOQUILLA DE ALIMENTACION A LA TANGENTE SUPERIOR DEL RECIPIENTE.

$$Hd = 1 \text{ FT CON MALLA.}$$

12.- CALCULAR EL DIAMETRO DE LAS BOQUILLAS, CON LAS VELOCIDADES RECOMENDADAS O CON LOS DIAMETROS RECOMENDADOS, SEGUN EL CASO:

BOQUILLA DE ALIMENTACION:	Qa = 0.1768 FT CUBICO/ SEG
	Va = 14.2857 FT/SEG.
	DIAM. = 1.9447 IN
BOQUILLA DE SALIDA DE VAPOR:	Qv = 157.2480 FT CUBICO/MIN.
	Vv = 5000.0 FT/MIN.
	DIAM = 2.4013 IN
BOQUILLA DE LIQUIDO:	Ql = 9.0996 FT CUBICO /MIN
	Vl = 360 FT /SEG.
	DIAM = 2.1528 IN.
BOQUILLA DE DREN:	DIAM = 1.5 IN.
BOQUILLA DE VENTEO:	DIAM = 1.5 IN.
REGISTRO HOMBRE:	DIAM = 8.0 IN.
CONEXION PARA MANOMETRO:	DIAM = 0.5 IN.
CONEXION PARA TERMOMETRO:	DIAM = 0.5 IN.

13.- CALCULAR EL ESPESOR DE CUERPO , TIPO DE TAPAS Y ESPESOR DE LAS MISMAS:

$$Pd = Pop + 30 \text{ Lb/IN CUADRADA ( DEPENDIENDO CUAL VALOR ES MAS GRANDE)}$$

$$Pd = Pop * 1.10$$

$$Pd = 202.291 + 30 = 232.2907 \text{ Lb/IN CUADRADA.}$$

MATERIAL DE CONSTRUCCION: SE UTILIZARA UN SA-283-C , QUE A LA Td IMPLICA UN S= 12,700.0 PSI., SE SUPONDRA UNA EFICIENCIA DE JUNTAS DE 0.85.

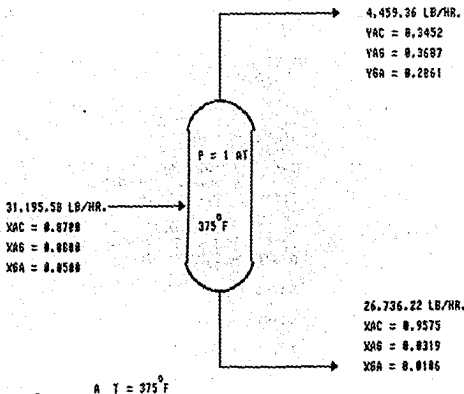
$$t = \text{ESPESOR CUERPO} = \frac{PR}{SE - 0.6 P} = 0.3510 \text{ IN} \rightarrow O = 3/8 \text{ IN}$$

TAPAS: ELIPSOIDALES ( COMO EL DIAM < 15 FT Y Pd = 232 PSI < 450 PSI)

$$t = \text{ESPESOR TAPAS} = \frac{PD}{2SE - 0.2 P} = .3492 \text{ IN} \rightarrow O = 3/8 \text{ IN}$$

# TANQUE DE SEPARACION FLASH FA-01

163

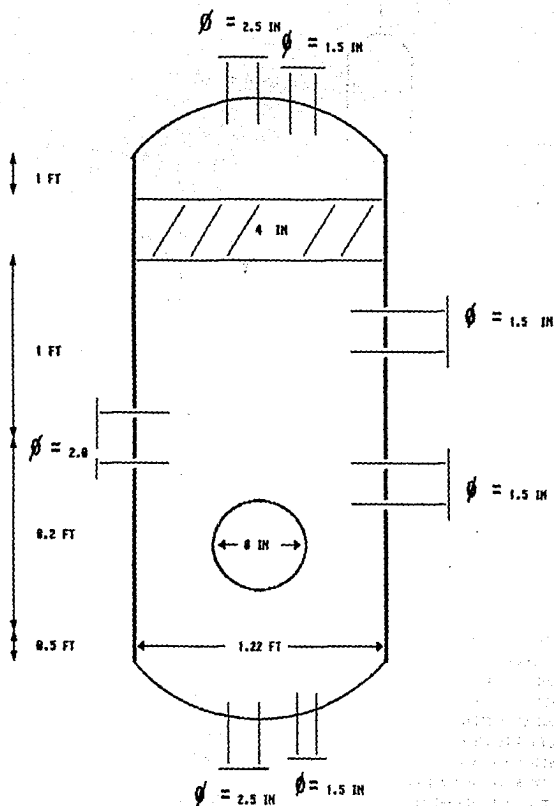


ACEITE USADO = 0.9050 = 25 API (60 °F)  
 P.E.B. = 350 °F PH. = 390

- TANQUE VERTICAL:
- TEMPERATURA DE ROCIO:
- TEMPERATURA DE BURBUJA:
- DIAMETRO DEL RECIPIENTE:
- ALTURA DEL LIQUIDO:
- ALTURA DE DISGREGACION:
- ESPESOR DE LA MALLA:
- ESPESOR DEL TANQUE:
- TIPOS DE TAPAS:
- MATERIAL DE CONSTRUCCION:
- PRESION DE DISEÑO:
- TEMPERATURA DE DISEÑO:
- BOQUILLA DE ALIMENTACION:
- BOQUILLA DE VAPOR:
- BOQUILLA DE LIQUIDO:
- BOQUILLA DE DREN:
- BOQUILLA DE VENTED:
- REGISTRO PARA NANO:
- CONEXION PARA TERMOMETRO:
- CONEXION PARA MANOMETRO:

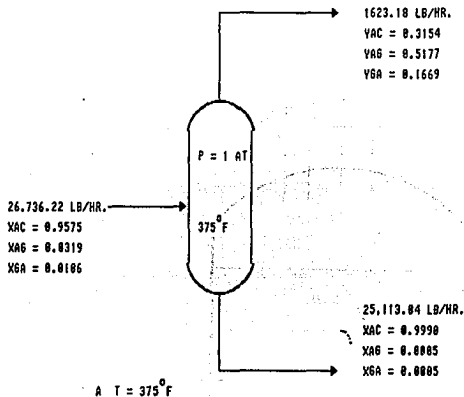
GASOLINA = 0.729 = 62.4 API (60 °F)  
 P.E.B. = 100 °F PH. = 120

- $Q_v > Q_L$
- 390 °F
- 350 °F
- 1.22 FT.
- 7.74 FT.
- 1.00 FT CON MALLA
- 4.00 IN.
- 3/8 IN
- ELIPSOIDALES
- SA - 203 C
- 232.29 LB./IN.
- 425.00 °F
- 2 IN.
- 2.5 IN.
- 2.5 IN.
- 1.5 IN.
- 1.5 IN.
- 0.0 IN.
- 1.5 IN.
- 1.5 IN.



# TANQUE DE SEPARACION FLASH FA - 02

165



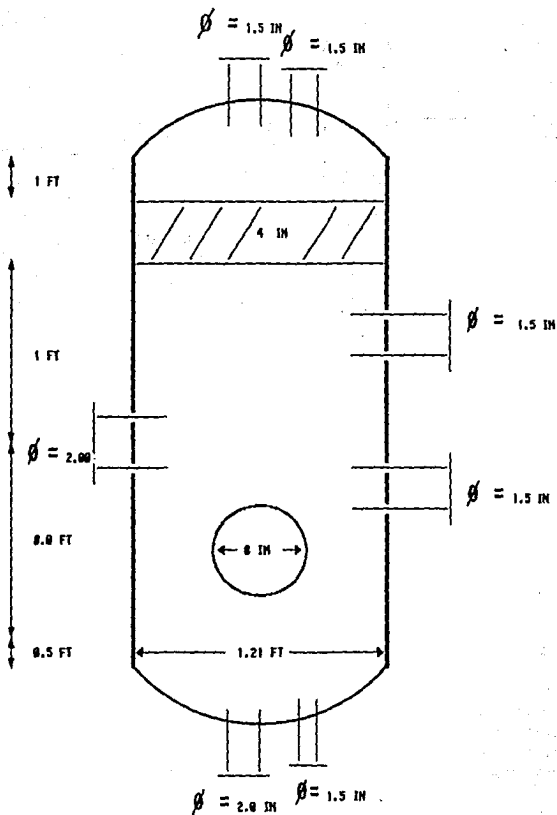
$\rho$  CORRIENTE LIQUIDA = 48.9339

$\rho$  CORRIENTE VAPOR = 0.4995

- TANQUE VERTICAL:
- TEMPERATURA DE ROCIO:
- TEMPERATURA DE BURBUJA:
- DIAMETRO DEL RECIPIENTE:
- ALTURA DEL LIQUIDO:
- ALTURA DE DISGREGACION:
- ESPESOR DE LA MALLA:
- ESPESOR DEL TANQUE:
- TIPOS DE TAPAS:
- MATERIAL DE CONSTRUCCION:
- PRESION DE DISEÑO:
- TEMPERATURA DE DISEÑO:
- BOQUILLA DE ALIMENTACION:
- BOQUILLA DE VAPOR:
- BOQUILLA DE LIQUIDO:
- BOQUILLA DE DREN:
- BOQUILLA DE VENTEO:
- REGISTRO PARA MANO:
- CONEXION PARA TERMOMETRO:
- CONEXION PARA MANOMETRO:

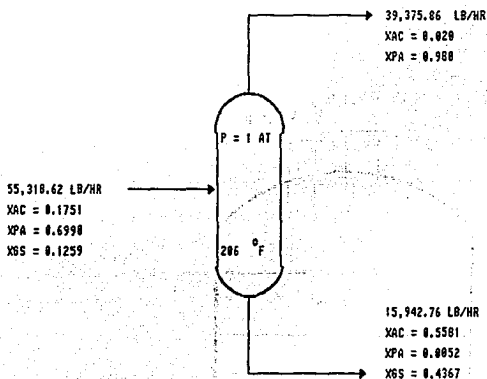
$Q_v > Q_L$   
 388 °F  
 372 °F  
 1.21 FT.  
 7.50 FT.  
 1.00 CON MALLA  
 4.00 IN.  
 3/8 IN  
 ELIPSOIDALES  
 SA - 283 C  
 223.96 LB/IN.  
 415.00 °F  
 2.00 IN.  
 1.5 IN.  
 2.0 IN.  
 1.5 IN.  
 1.5 IN.  
 8.0 IN.  
 1.5 IN.  
 1.5 IN.





# TANQUE DE SEPARACION FLASH FA - 03

167



A T = 200 °F

*P* LIQ. = 49.4552 LB/FT<sup>3</sup>

*P* VAP. = 0.0977 LB/FT<sup>3</sup>

- TANQUE VERTICAL:
- DIAMETRO DEL RECIPIENTE:
- ALTURA DEL LIQUIDO:
- ESPESOR DEL TANQUE:
- MATERIAL DE CONSTRUCCION:
- TIPOS DE TAPAS:
- ESPESOR DE LAS TAPAS:
- PRESION DE DISEÑO:
- TEMPERATURA DE DISEÑO:
- BOQUILLA DE ALIMENTACION:
- BOQUILLA DE VAPOR:
- BOQUILLA DE LIQUIDO:
- BOQUILLA DE DREN:
- BOQUILLA DE VENDEO:
- REGISTRO HOMBRE:
- CONEXION P/ TERMOMETRO:
- CONEXION P/ MANOMETRO:

$Q_V > Q_L$

4.5 FT.

0.5 FT.

7/16 IN.

SA-283C

ELIPSOIDALES

7/16 IN.

82.4 LB/IN<sup>2</sup>

233 °F

3.0 IN.

10 IN.

2.00 IN.

3.0 IN.

18.0 IN.

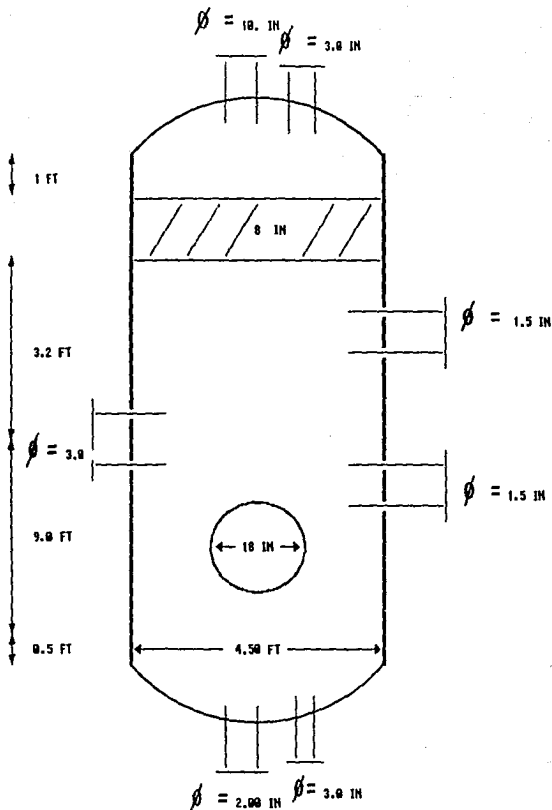
18.0 IN.

1.5 IN.

1.5 IN.

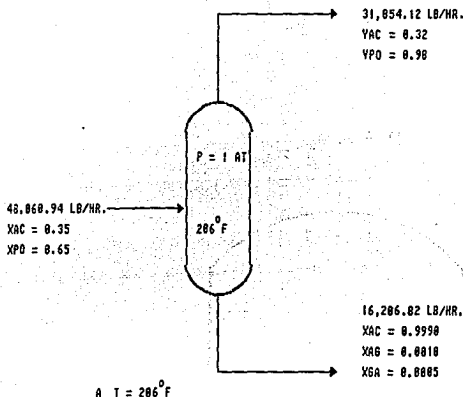
TANQUE FA - 03

168



# TANQUE DE SEPARACION FLASH FA-04

169



*P* CORRIENTE LIQUIDA = 51.4558

*P* CORRIENTE VAPOR = 0.8977

- TANQUE VERTICAL:

- TEMPERATURA DE ROCIO:
- TEMPERATURA DE BURBUJA:
- DIAMETRO DEL RECIPIENTE:
- ALTURA DEL LIQUIDO:
- ALTURA DE DISGREGACION:
- ESPESOR DE LA MALLA:
- ESPESOR DEL TANQUE:
- TIPOS DE TAPAS:
- MATERIAL DE CONSTRUCCION:
- PRESION DE DISEÑO:
- TEMPERATURA DE DISEÑO:
- BOQUILLA DE ALIMENTACION:
- BOQUILLA DE VAPOR:
- BOQUILLA DE LIQUIDO:
- BOQUILLA DE DREN:
- BOQUILLA DE VENTEO:
- REGISTRO HOMBRE :
- CONEXION PARA TERMOMETRO:
- CONEXION PARA MANOMETRO:

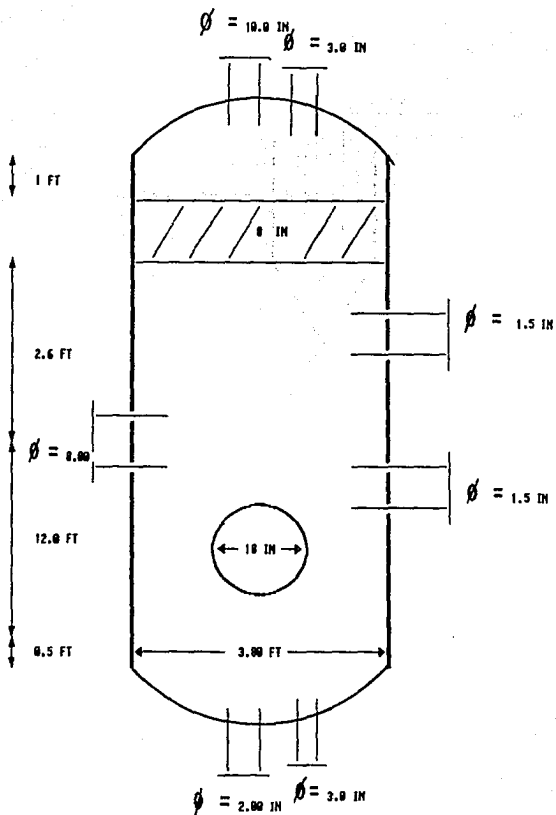
$$Q_V > Q_L$$

3.8 FT.  
11.48 FT.

3/8 IN  
ELIPSOIDALES  
SA - 283 C  
82.4 LB/IN.  
233.00 °F  
8.08 IN.  
18.8 IN.  
2.08 IN.  
3.0 IN.  
3.0 IN.  
18.8 IN.  
1.5 IN.  
1.5 IN.

TANQUE FA - 04

170



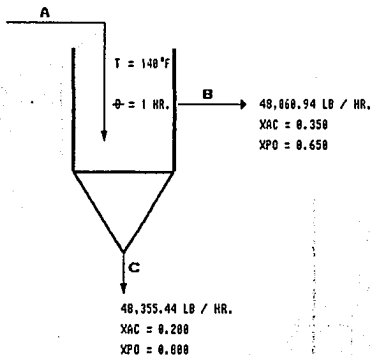
# TANQUE SEDIMENTADOR (ACEITE-PROPANO) FA-05

171

96,416.38 LB / FT<sup>3</sup>

XAC = 0.275

XPO = 0.725



REZCLA B = 28.51851 LB / FT<sup>3</sup>

REZCLA C = 27.7226 LB/FT<sup>3</sup>

- Q<sub>A</sub>

- Q<sub>C</sub>

- TIEMPO DE RESIDENCIA:
- VOLUMEN DE DISEÑO:
- SEGUN NORMA DE API STANDARD 650:
- DIAMETRO:
- ESPESOR DEL TANQUE:
- ALTURA DEL LIQUIDOS COMO SEDIMENTOS:
- ANGULO DEL FONDO:

1685.2548 FT<sup>3</sup>/HR.

1744.2686 FT<sup>3</sup>/HR.

1.8 HR.

1.25 VOLUMEN DE OPERACION.

H = 1.5 D.

18.8 FT.

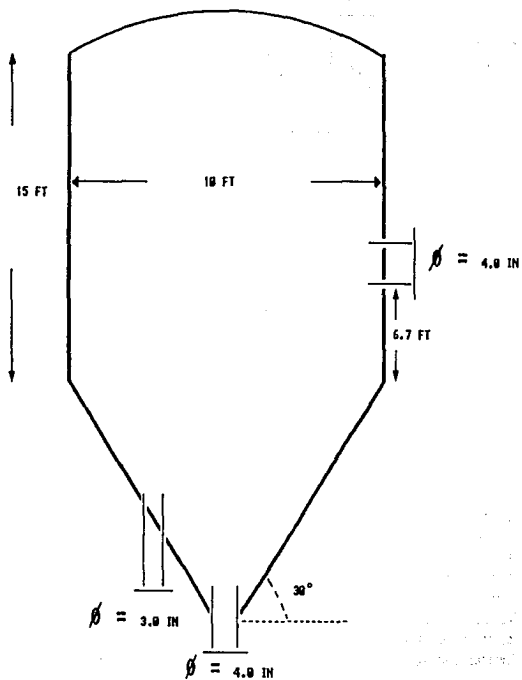
8.25 IN.

6.7 FT.

38°

TANQUE FA - 05

172



# TANQUE CONTACTO ACIDO - ACEITE FA - 06

173

ACEITE:

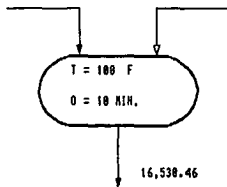
XAC = 0.9990

XPO = 0.0010

ACIDO SULFURICO

XSU = 0.930

HAG = 0.070



16,530.46

XAC = 0.9794

XAG = 0.0014

XPO = 0.0010

XSU = 0.0182

A T = 100 F

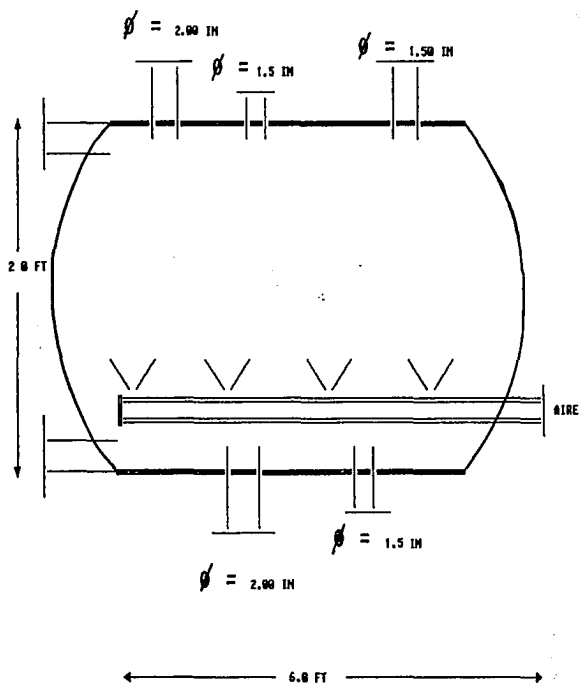
$\rho_{ACIDO} = 99.0533 \text{ LB/ FT}^3$

$\rho_{ACEITE} = 51.4558 \text{ LB/ FT}^3$

- TANQUE ORIZONTAL	
- DIAMETRO DEL RECIPIENTE:	2.0 FT.
- LONGITUD DEL RECIPIENTE:	6.0 FT.
- TIEMPO DE RESIDENCIA:	10.0 MIN.
- MATERIAL DE CONSTRUCCION:	SA- 203 C
- ESPESOR DE LA LAMINA DEL TANQUE:	0.250 IN.
- TAPAS:	TORIESFERICAS
- ESPESOR DE LAS TAPAS:	0.250 IN.
- BOQUILLA DE ALIMENTACION:	2.00 IN.
- BOQUILLA PARA EL ACIDO:	1.50 IN.
- BOQUILLA DE SALIDA, AL FONDO:	2.00 IN.
- BOQUILLA DE DREN:	1.5 IN.
- BOQUILLA DE VENTEO:	1.5 IN.
- REGISTRO MANO:	0.0 IN.
- BOQUILLA PARA TERMOMETRO:	1.50 IN.
- INDICADOR DE NIVEL:	1.50 IN.

NOTA : ESTE TANQUE ESTA PROVISTO DE UN AGITADOR DE AIRE, QUE CONCIESTE EN UNA TUBERIA DE ACERO RECUBIERTA CON PLOMO, QUE PESA DE 40 A 50 KG. POR M<sup>2</sup> Y SOSTENIDA CON BARRAS A INTERVALOS DE 20 cm.





# TANQUES SEPARADORES DE LODOS FA-07-08-09.

175

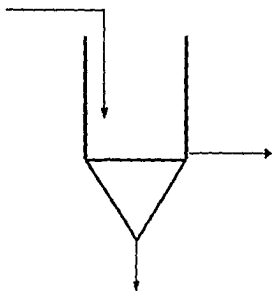
16,538.96

XAC = 0.9794

XAG = 0.8819

XPO = 0.8818

XSU = 0.8182



15,889.16

XAC = 0.9986

XPO = 0.8818

XSU = 0.8884

641.80

XAC = 0.5845

XAG = 0.8347

XSU = 0.4688

*P* ACEITE = 56.3474 LB / FT<sup>3</sup>

- EL FLUJO SE DIVIDIRA EN TRES TANQUES IGUALES

- TIEMPO DE RESIDENCIA:

- RELACION L/D:

- VOLUMEN DE DISEÑO:

- DIAMETRO DEL RECIPIENTE:

- ALTURA DEL RECIPIENTE:

- MATERIAL DE CONSTRUCCION:

- ESPESOR DEL CUERPO:

- TAPA INFERIOR:

- ESPESOR DE LA TAPA:

- ALTURA DEL ACEITE "LIMPIO":

- ALTURA DE LOS LODOS ACIDOS:

- BOQUILLA DE SALIDA DEL ACEITE:

- BOQUILLA DE LODOS ACIDOS:

- BOQUILLA DE DREN:

12 HRS.

3.8

1.25 VOLUMEN DE OPERACION.

5.5 FT.

16.5 FT.

SA- 283 C

0.258 IN.

CONICA, ANGULO DE 30°.

0.258 IN.

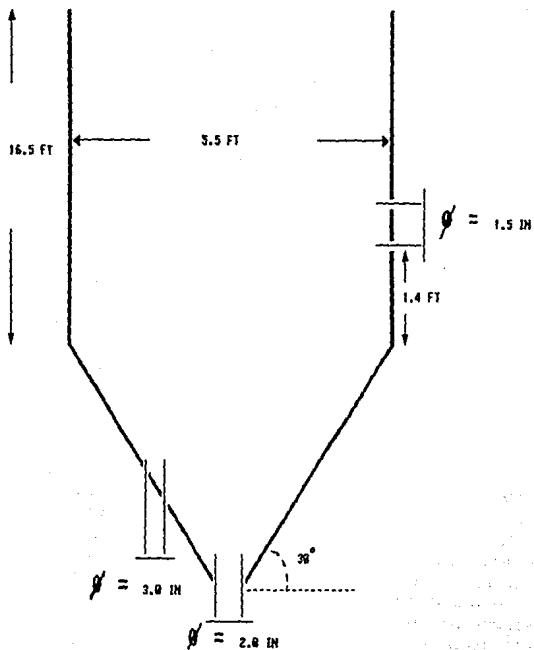
15.1 FT.

1.4 FT.

1.5 IN.

2.0 IN.

3.0 IN.



# TANQUES CONTACTORES DE ARCILLA FA- 10 - 11 177

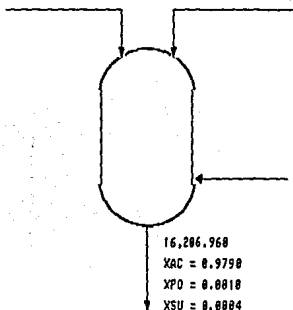
ACEITE

15,889.16 LB/HR.

XAC = 0.9986

XPO = 0.0018

XSU = 0.0004



ARCILLA

317.00 LB/HR.

XAR = 1.0

VAPOR SOBREALENTADO

65,733.016

XVS = 1.0

16,206.960

XAC = 0.9790

XPO = 0.0018

XSU = 0.0004

XAR = 0.0196

- FLUJO DIVIDIDO EN DOS TANQUES

- ARCILLA MALLA:

200

- VAPOR DE AGUA PARA ABRILLANTAR ACEITE:

360 - 400 °F

- VOLUMEN DE DISEÑO:

1.25 VOLUMEN DE OPERACION

- DIAMETRO DEL RECIPIENTE:

5.0 FT.

- ALTURA DEL TANQUE

15.0 FT.

- MATERIAL DE CONSTRUCCION:

SA - 203 C

- ESPESOR DE LA LAMINA:

1.0 IN.

- TIPOS DE TAPAS:

ELIPSOIDALES

- ESPESOR DE LAS TAPAS:

1.0 IN.

- PRESTION DE DISEÑO:

230 LB/IN<sup>2</sup>

- TEMPERATURA DE DISEÑO:

465 F

- BOQUILLA DE ALIMENTACION:

1.5 IN.

- BOQUILLA PARA ARCILLA:

3.0 IN

- BOQUILLA DE VENITEO:

3.0 IN.

- BOQUILLA DE VAPOR QUE ENTRA:

3.0 IN.

- BOQUILLA DE VAPOR QUE SALE:

3.0 IN.

- BOQUILLA DEL LIQUIDO DE SALIDA:

2.0 IN.

- BOQUILLA DE DREN:

3.0 IN.

- BOQUILLA PARA TERMOMETRO:

2.0 IN.

- BOQUILLA PARA MANOMETRO:

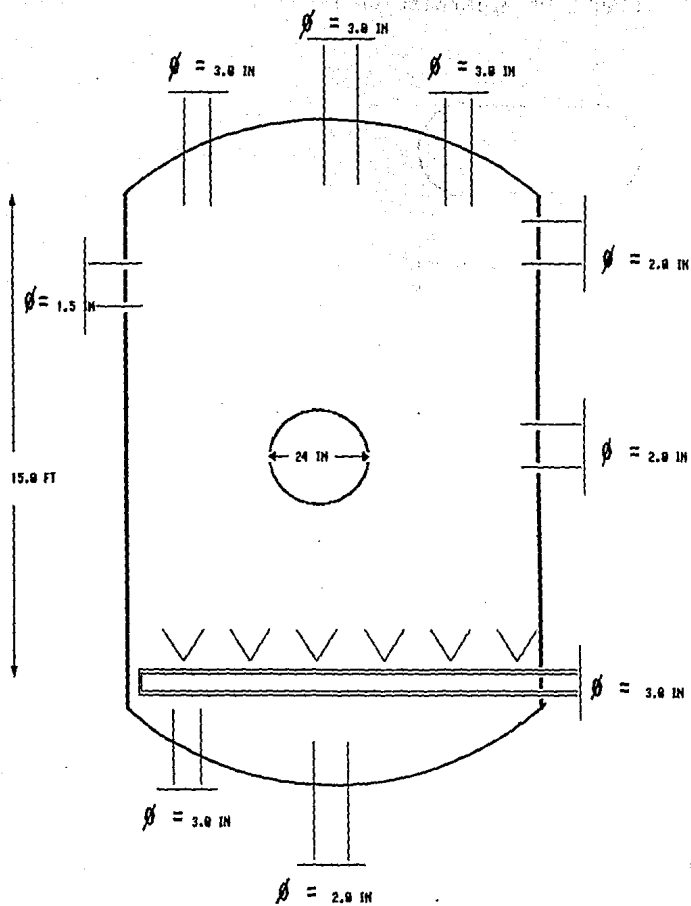
2.0 IN.

- REGISTRO HOMBRE:

24.0 IN.

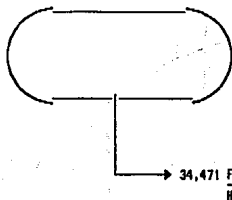
TANQUE FA - 10 - 11

17B



# TANQUE DE ALIMENTACION FA-12-13-14

179

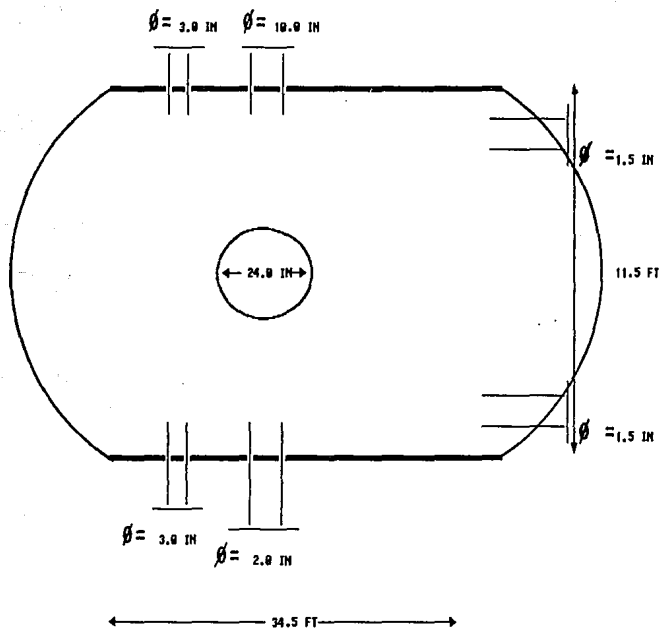


**TIEMPO DE RESIDENCIA:** 15 MIN  
**TEMPERATURA:** 68 F  
**DENSIDAD:** 25 API, (0.905 DE DENSIDAD RELATIVA)

<b>FLUJO:</b>	DIVIDIDO ENTRE TRES TANQUES	3,591 FT <sup>3</sup>
<b>RELACION L/D:</b>		3.0
<b>DIAMETRO:</b>		11.5 FT
<b>LONGITUD:</b>		34.5 FT
<b>ESPEJOR DEL TANQUE:</b>		0.25 IN
<b>POSICION:</b>		HORIZONTAL
<b>TAPAS:</b>		TORIESFERICAS
<b>ESPEJOR DE LAS TAPAS:</b>		0.25 IN
<b>BOQUILLA DE ALIMENTACION:</b>		10.0 IN
<b>BOQUILLA DE SALIDA DEL LIQUIDO:</b>		2.0 IN
<b>BOQUILLA DE DREN:</b>		3.0 IN
<b>BOQUILLA DE VENTED:</b>		3.0 IN
<b>BOQUILLA DE NIVEL:</b>		1.5 IN
<b>REGISTRO NOMBRE:</b>		24. IN

TANQUE FA - 12 - 13 - 14

180



B.- INTERCAMBIADORES DE CALOR : EL CALCULO DE ELLOS SE EJEMPLIFICARA CON EL "EA-01".

SE REQUIERE CALENTAR 31,195.58 LB/HR DE ACEITE 24 API (.905) DE 60 °F A 375 °F, CON VAPOR SATURADO DE 400 °F.

SE TOMARA EN CUENTA LA COMPOSICION DE LA CORRIENTE PARA LA EVALUACION E LAS PROPIEDADES, SE SUPONDRA UN TAMANO DE INTERCAMBIADOR DE CALOR, TOMANDO COMO REFERENCIA ALGUNO REPORTADO EN LA LITERATURA CUYO SERVICIO SEA SIMILAR EN CUANTO A FLUJOS Y DIFERENCIA DE TEMPERATURAS TERMINALES. SE PROVARA ESTE SUPUESTO INTERCAMBIADOR Y SE ELIMINARA Y SE TOMARA OTRO EN CASO DE QUE LOS CRITERIOS DE EVALUACION NO SE CUMPLAN, COMO SON:

- NO REBASAR LA CAIDA DE PRESION PERMITIDA
- NO REBASAR EL FACTOR DE OBSTRUCCION PERMITIDO

SE SUPONE UN INTERCAMBIADOR DE 166 TUBOS, DE 10 BWG, CON UNA LONGITUD DE 16 FT, UN DIAMETRO EXTERNO DE 1.0, ACOMODADOS EN CUADRO DE 1.25 IN Y ARREGALDOS EN DOS PASOS. UNA CORAZA DE 21.25 IN DE DIAMETRO, CON DEFLECTORES DE 25% DE CORTE Y ESPACIADOS A 6 IN, ARREGlada PARA 1 PASO.

SECUENCIA DE CALCULO:

1.- REALIZAR UN BALANCE DE CALOR A FIN DE ENCONTRAR LA CANTIDAD DE VAPOR NECESARIO, PARA EL SERVICIO:

$$Q = 31,195.58 \text{ Lb/Hr} (0.6372 \text{ BTU/Lb } ^\circ\text{F}) (375-60 ^\circ\text{F}) = 6,261,514.4 \text{ BTU/Hr.}$$

$$H_{\text{vapor}} (400 ^\circ\text{F}) = 780.5 \text{ BTU/Lb}$$

$$W_{\text{vapor}} = 8,022.44 \text{ Lb/Hr.}$$

2.- CALCULAR LA DIFERENCIA VERDADERA DE TEMPERATURA "  $\Delta T$  ":

	FLUIDO CALIENTE	FLUIDO FRIO	DIFERENCIA
400	ALTA TEMPERATURA	375	25
400	BAJA "	60	340
0	DIFERENCIA	315	315

$$R = \frac{T_1 - T_2}{t_2 - t_1} = \frac{0}{315} = 0 \quad \text{CUANDO ESTO SUCEDE " } \Delta T \text{ " = MLDT.}$$

(CONDENSACION ISOTERMICA)



$$MLDT = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(400 - 375) - (400 - 60)}{\ln \frac{25}{340}} = 120.69 = \Delta T$$

3.- CALCULAR EL COEFICIENTE TOTAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR LIMPIO:

A: OBTENER LAS TEMPERATURAS CALORIFICAS TC Y tc

$$\text{LAS TERMINALES SON : } \frac{\Delta t_c}{\Delta t_h} = 13.6$$

NO HAY VALOR DE Kc EN LAS GRAFICAS CON LA ANTERIOR RAZON, POR LO TANTO SE UTILIZARAN LOS PROMEDIOS.

$$TP = 400 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$tp = 217.5 \text{ } ^\circ\text{F}$$

TUBOS: VAPOR DE AGUA

CORAZA: ACEITE LUBRICANTE

B: OBTENER EL AREA DE LOS TUBOS

B: OBTENER EL AREA DE LA CORAZA

$$At = \frac{nt * at}{144 * n} = 0.2427$$

$$As = \frac{DI * CN * B}{144 * Pt} = 1.1771$$

C: OBTENER LA VELOCIDAD MASA

C: OBTENER LA VELOCIDAD MASA

$$Gt = \frac{W}{At} = 33,060.45 \frac{\text{Lb}}{\text{Hr} * \text{FT}^2}$$

$$Gs = \frac{W}{As} = 176,146.7$$

C: OBTENER EL DIAMETRO EN FT.

$$D = 0.732/12 = 0.061 \text{ TABLA 10}$$

C: OBTENER EL DIAMETRO EQUIV.

$$De = 0.99/12 = 0.0825 \text{ FIG. 28}$$

D: OBTENER LA VISCOSIDAD A TP

$$\mu = 0.03872$$

D: OBTENER LA VISCOSIDAD A tp

$$\mu = 6.05$$

E: CALCULAR EL Ret

$$Ret = D * Gt = 52,043.55$$

CALCULAR EL Res

$$Res = De * Gs = 2,402.0$$

CON EL Res CALCULAR EL VALOR DE JH DE LA FIG. 24:  
JH = 25.0

A  $t_p = 217.5$  °F , CALCULAR LA CONDUCTIVIDAD TERMICA Y EL CALOR ESPECIFICO, DEL ACEITE:

$$C = 0.51 \quad K = 0.071$$

CON LOS VALORES DE CONDUCTIVIDAD, CALOR ESPECIFICO, DIAMETRO EQUIVALENTE, JH CALCULAR EL COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA REFERIDO AL DIAMETRO EXTERNO:

$$\frac{h_o}{0.5} = JH \frac{K}{De} \left( \frac{C}{K} \right)^{1/3}$$

CALCULAR LA TEMPERATURA DE LA PARED DEL TUBO:

$$t_w = t_p + \frac{h_{io}}{h_{io} + h_o} (t_p - t_p) = 391.24$$

$$A \ t_w = 1.452 \text{ ACEITE}$$

$$\phi_s = 1.221$$

$$\text{COEFICIENTE CORREGIDO: } h_o = h_o \phi_s = 92.36$$

$$\phi_s =$$

CALCULAR EL COEFICIENTE TOTAL DE TRANSFERENCIA LIMPIO:

$$U_c = \frac{h_{io} * h_o}{h_{io} + h_o} = 87.0$$

$$h_{io} = 1500$$

4.- CALCULAR EL COEFICIENTE DE DISEÑO  $U_d$ :

$$\text{COEFICIENTE DE DISEÑO : } U_d = \frac{Q}{A * \Delta T} = 74.61$$

$$A * \Delta T$$

5.- CALCULAR EL FACTOR DE OBSTRUCCION  $R_d$ :

$$R_d = U_c - U_d = 0.0019 \quad R_d = 0.0030 \text{ PERMITIDO}$$

$$U_c * U_d$$

6.- CALCULAR LA CAIDA DE PRESION:

$$\Delta P_t = 0.1086 \text{ Lb/IN}^2 \text{ CALCULADA}$$

$$\Delta P_s = 1.308 \text{ Lb/IN}^2$$

$$\Delta P_t = 1.0 \text{ Lb / IN}^2 \text{ PERMITIDA}$$

$$\Delta P_s = 10.0 \text{ Lb / IN}^2$$

ESTE INTERCAMBIADOR DE ACUERDO A LOS DATOS ES SATISFACTORIO PARA EL SERVICIO QUE SE LE REQUIERE.

## INTERCAMBIADOR DE CALOR EA-01

SERVICIO: CALENTAR 31,196.0 LB/HR DE ACEITE USADO 24° API, DE 60°F A 375° UTILIZANDO VAPOR SOBRECALENTADO A 400°F.

VAPOR DE AGUA: 8,022.44 LB/HR.

INTERCAMBIADOR DE TUBOS Y CORAZA: 166 TUBOS CON UN DIAMETRO DE 1.0 IN. 10 BWG, DISPUESTOS EN CUADRO DE 1.25 IN, DE LONGITUD DE 16.0 FT Y ARREGLADOS EN DOS PASOS. UNA CORAZA DE 21.25 IN, DE DIAMETRO, CON DEFLECTORES SEGMENTADOS Y ESPACIADOS A 6.0 IN, ARREGLADA EN 1 PASO.

MLDT = 120.69 °F  
 $\Delta T = 120.69$  °F

## TUBOS:

VAPOR DE AGUA

TC = TP = 400 °F

Re = 52,043.0

TW = 391.24 °F

At = 0.2427 Ft<sup>2</sup>

ho = 92.36

Rd = 0.0019 CALCULADO

$\Delta P = 0.1086$  LB/IN<sup>2</sup> (CALCULADO)

$\Delta P = 1.0$  (PERMITIDO)

## CORAZA:

ACEITE

TC = TP = 217.5 °F

Re = 2,402.0

As = 1.1771 Ft<sup>2</sup>

hio = 1500

Rd = 0.0030 PERMITIDO

$\Delta P = 1.308$  LB/IN<sup>2</sup> (CALCULADO)

$\Delta P = 10.0$  (PERMITIDO)

## INTERCAMBIADOR DE CALOR EA-02

SERVICIO: CALENTAR 26.736.22 LB/HR. DE ACEITE DE 24° API (.905), DE 350°F A 375 °F CON VAPOR SOBRECALENTADO A 400°F.

VAPOR DE AGUA: 530.96 LB/HR.

INTERCAMBIADOR DE TUBOS Y CORAZA: 166 TUBOS, 10 BWS CON UN DIAMETRO DE 3/4 IN, DISPUESTOS EN CUADRO DE 1 IN, ARREGLADOS EN DOS PASOS Y DE 16 FT DE LONGITUD. UNA CORAZA CON UN DIAMETRO DE 17.25 IN, DEFLECTORES SEGMENTADOS Y ESPACIADOS A 6.0 IN, ARREGLADA EN UN PASO.

MLTD = 36.07°F

$\Delta T = 36.07^\circ\text{F}$

## TUBOS:

VAPOR DE AGUA

TC = TP 400°F

Re = 5,255.0

TW = 398°F

At = 0.1049 FT

ho = 94.27

Rd = 0.0022

## CORAZA:

ACEITE

TC = 363.25

Re = 6,084.0

As = 0.1797 Ft

hio = 1500

Rd = 0.0030

$\Delta P = 0.0041 \text{ LB/IN}^2$  (CALCULADA)

$\Delta P = 1.0$  (PERMITIDA)

$\Delta P = 0.7548 \text{ LB/IN}^2$  (CALCULADA)

$\Delta P = 10$  (PERMITIDA)

## INTERCAMBIADOR DE CALOR EA-03

SERVICIO: ENFRIAR 25,113.0 LB/HR DE ACEITE 24 API (.905) DE 375°F A 140°F CON AGUA DE 60°F A 100°F.

AGUA DE ENFRIAMIENTO: 78,195.73 LB/HR.

INTERCAMBIADOR DE TUBOS Y CORAZA: 52 TUBOS, 16 BWG CON UN DIAMETRO DE 3/4 IN, DISPUESTOS EN UN CUADRO DE 1 IN, ARREGLADOS EN DOS PASOS Y DE UNA LONGITUD DE 16 FT. CORAZA DE 10.02 IN, DE DIAMETRO CON DEFLECTORES SEGMENTADOS Y ES PACIADOS A 4.0 IN, ARREGLADA EN 1 PASO.

MLDT = 157.92 °F

$\Delta T = 146.08$  °F

## TUBOS:

AGUA

TC = TP = 257.5 °F

Re = 8,475.99

TW = 86.56 °F

At = 0.0545 Ft<sup>2</sup>

ho = 33.69

Rd = 0.0023 (CALCULADO)

$\Delta P$  (TUBO) = 4.23 LB/IN<sup>2</sup> (CALCULADA)

$\Delta P = 10.0$  (PERMITIDA)

## CORAZA:

ACEITE

TC = TP = 80 °F

Re = 33,913.1

As = .0696 Ft<sup>2</sup>

hio = 1157.3

Rd = 0.0030 (PERMITIDO)

$\Delta P = 9.80$  LB/IN<sup>2</sup> (CALCULADA)

$\Delta P = 10.0$  (PERMITIDA)

## INTERCAMBIADOR DE CALOR EA-04

SEVICIO: CALENTAR 55,318.42 LB/HR. DE ACEITE DE 140°F A 207°F CON VAPOR SOBRECALENTADO A 250°F.

VAPOR DE AGUA: 2,634.8 LB/HR

INTERCAMBIADOR DE TUBOS Y CORAZA: 166 TUBOS, 10 BWG CON UN DIAMETRO DE 3/4 DE IN, DISPUESTOS EN CUADRO DE 1 IN, ARREGLADOS EN 2 PASOS Y DE 16.0 FT. DE LONGITUD. UNA CORAZA DE 17.25 DE DIAMETRO CON DEFLECTORES SEGMENTADOS Y ESPA CIADOS A 6 IN, ARREGLADA EN UN PASO.

MLDT = 225.0°F

$\Delta T = 71.3^\circ F$

## TUBOS:

VAPOR

TC = TP = 250°F

Re = 31,596.6

TW = 244.2°F

At = 0.1049 FT<sup>2</sup>

ho = 138

Rd = 0.0027 (CALCULADO)

## CORAZA:

ACEITE

TC = 176.05°F

Re = 7967.6

As = 0.1797 FT<sup>2</sup>

hio = 1500

Rd = 0.0030 (PERMITIDO)

$\Delta P$  (TUBO) = 0.013 LB/IN<sup>2</sup> (CALCULADO)  $\Delta P$  = 2.96 LB/IN<sup>2</sup> (CALCULADA)

$\Delta P$  = 1.0 (PERMITIDA)  $\Delta P$  = 10.0 (PERMITIDA)

## INTERCAMBIADOR DE CALOR EA-05

SERVICIO: CALENTAR 48,060.94 LB/HR, DE ACEITE (ACEITE PROPANO) DE 140°F A 207°F, CON VAPOR SOBRECALENTADO A 250°F.

VAPOR DE AGUA: 2,187.8 LB/HR

INTERCAMBIADOR DE TUBOS Y CORAZA: 124 TUBOS. 10 BWG CON UNDIAMETRO DE 3/4 DE IN, DISPUESTOS EN CUADRO DE 1 IN, CON ARREGLO EN DOS PASOS Y UNA LONGITUD DE 16 FT. CORAZA DE 15.25 DE DIAMTRO CON DEFLECTORES SEGMENTADOS Y ESPACIADOS A 6 IN, ARREGLADA EN UN PASO.

MLDT = 71.3°F

$\Delta T = 71.3^\circ\text{F}$

TUBOS:

VAPOR

TC = TP = 250.0°F

Re = 35,236.0

TW = 244.2°F

At = 0.078 FT<sup>2</sup>

ho = 138

Rd = 0.0025 (CALCULADO)

CORAZA:

ACEITE

TC = 176.85

Re = 7,117.0

As = 0.1589 FT<sup>2</sup>

hio = 1500

Rd = 0.0030 (PERMITIDO)

$\Delta P$  (TUBO) = 10.016 LB/IN<sup>2</sup> (CALCULADA)  $\Delta P$  = 2.631 LB/IN<sup>2</sup> (CALCULADA)

$\Delta P$  = 1.0 (PERMITIDA)  $\Delta P$  = 10.0 (PERMITIDA)



## INTERCAMBIADOR DE CALOR EA-06

SERVICIO: 16,206.82 LB/HR DE ACEITE DEBEN SER ENFRIADOS DE 207°F A 100°F CON AGUA DE 60°F A 80°F.

AGUA DE ENFRIAMIENTO: 42,486.18 LB/HR.

INTERCAMBIADOR DE TUBOS Y CORAZA: 52 TUBOS, 16 BWG, CON UN DIAMTRO DE 3/4 DE IN, Y 12 FT, DE LARGO, DISPUESTOS EN UN CUADRO DE 1 IN, ARREGLADOS EN DOS PASOS. UNA CORAZA DE 10.02 IN, DEFLECTORES SEGMENTADOS Y ESPACIADOS A 4 IN, ARREGLADA PARA UN PASO.

MLDT = 75.65°F

$\Delta T = 72.0^\circ\text{F}$

TUBOS:

AGUA

TC = TP = 153.5°F

Re = 18,426.03

TW = 79°F

At = 0.0545 FT<sup>2</sup>

ho = 73.93

Rd = 0.0022 (CALCULADO)

CORAZA:

ACEITE

TC = TP = 70°F

Re = 1,520.0

As = 0.0696 FT<sup>2</sup>

hio = 628.30

Rd = 0.0033 (PERMITIDO)

$\Delta P$  (TUBO) = 2.70 LB/IN<sup>2</sup> (CALCULADA)  $\Delta P$  = 1.55 LB/IN<sup>2</sup> (CALCULADA)

$\Delta P$  = 10.0 (PERMITIDA)  $\Delta P$  = 10.0 (PERMITIDA)

## INTERCAMBIADOR DE CALOR EA-07

SERVICIO: 16,206.80 LB/HR. DE ACEITE DE (30 API) 100°F A 350°F,  
USANDO VAPOR SOBRECALENTADO A 400°F.

VAPOR: 2.751.32 LB/HR.

INTERCAMBIADOR DE TUBOS Y CORAZA: 76 TUBOS, 10 BWG CON UN DIAMETRO DE 3/4 DE IN, LONGITUD 10 FT, Y ACOMODADOS EN UN CUADRO DE 1 IN, ARREGLADOS EN DOS PASOS. CORAZA DE 13.5 IN Y DEFLECTORES SEGMENTADOS Y ESPACIADOS A 2 IN, ARREGLADA EN UN PASO.

MLDT = 139.5 °F

$\Delta T = 139.5$  °F

TUBOS:

VAPOR

TC = TP = 400°F

Re = 59,505.0

TW = 388.0 °F

At = 0.0480 FT

ho = 142

Rd = 0.0020 (CALCULADO)

CORAZA:

ACEITE

TC = TP = 245°F

Re = 5764

As = 0.056 FT

hio = 1500

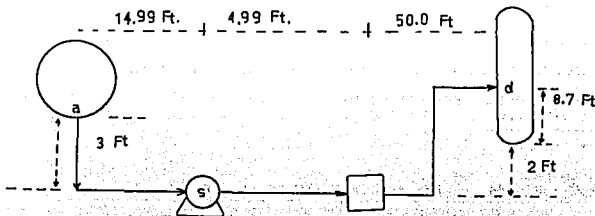
Rd = 0.0030 (PERMITIDO)

$\Delta P$  (TUBO) = 0.327 LB/IN<sup>2</sup> (CALCULADA)  $\Delta P$  = 4.70 LB/IN<sup>2</sup> (CALCULADA)  
 $\Delta P$  = 1.0 (PERMITIDA)  $\Delta P$  = 10.0 (PERMITIDA)

## C.- BOMBAS:

LA BOMBA GA-01 ES LA BOMBA QUE MANEJARA 31,195.6 Lb / Hr DE ACEITE, QUE SERAN TRANSPORTADOS DESDE EL TANQUE FA-08, HASTA EL TANQUE DE SEPARACION FA-01, PREVIAMENTE PASANDO POR EL INTRECAMBIADOR DE CALOR EA-01.

SE HACE NECESARIO TENER PRESENTE UN DIAGRAMA QUE ILUSTRE LAS DIFERENCIAS DE NIVELES ASI COMO TAMBIEN LAS DISTANCIAS ENTRE EQUIPOS.



1.- CALCULAR EL DIAMETRO DE LA TUBERIA, DESDE EL PUNTO "A" HASTA LA SUCCION DE LA BOMBA:

$$D_{a-s} = \sqrt[4]{\frac{W}{V}} = 1.092 \text{ IN}$$

$$* \text{VEL} * 3.1416$$

2.- CALCULAR EL ESPESOR DE LA TUBERIA; SUPONEMOS UN ASTM 106 GRADO "A", CON UN S = 18,000.0

$$P_s = (P_{at} + P_{ca}) * 1.10 = 25.0 \text{ LB/IN}^2$$

DE ACUERDO AL DIAMETRO CALCULADO; EL DIAMETRO NOMINAL EXTERNO (TABLA 3.2 \*):

$$D = 1.315 \text{ IN}$$

$$C = \text{TOLERANCIA DE CORROSION} = 0.125 \text{ IN}$$

$$M = \text{TOLERANCIA DE FABRICACION} = 1.125 \text{ IN}$$

$$T = M \left[ \frac{PD}{2S} + C \right] = 0.1417 \text{ IN}$$

POR LO TANTO CED. 80 ESPESOR = 0.179, DI = 0.957 IN, O = 1.315 IN

\* PIPING DESIGN AN ENGINEERING 1951  
GRINNEL COMPANY, PROVIDENCE, R.I.

3.- CALCULAR LA P SUCCION:

$$Re = \frac{6.32 * W}{d * \mu} = 18,728.6$$

$$e / D = 0.0018 \text{ ESTO IMPLICA QUE } f = 0.032. (*)$$

HAY QUE CORREGIR LA VELOCIDAD:

$$VEL = Q / A = 7.8 \text{ FT / SEG}$$

$$Leq = L \text{ TRAMOS RECTOS} + L \text{ ACESORIOS ( 2 CODOS) } = 25.153 \text{ FT}$$

CALCULAR LAS PERDIDAS POR FRICCION:

$$Hfs = \frac{f * V * V * Leq}{2 * gc * D} = 9.541 \text{ FT}$$

CALCULAR LA Ps:

$$Ps = S1 * \rho + P1 * 144 - Hfs * \rho = 3,669.95 \text{ LB / FT}^2$$

4.- CALCULAR EL DIAMETRO DE LA TUBERIA DESDE LA DESCARGA HASTA EL PUNTO B :

$$D \text{ d-b} = \sqrt[4]{\frac{W}{\rho * VEL}} = 1.165 \text{ IN}$$

5.- CALCULAR EL ESPESOR DE LA TUBERIA:

$$T = M \left[ \frac{PD}{2S} + 0.1C \right] = 0.1428 \text{ IN}$$

POR LO TANTO CED. 80, ESPESOR = 0.179, DI = 0.957 O = 1.315 IN

6.- CALCULAR LA P DESCARGA:

$$Re = \frac{6.32 * W}{d * \mu} = 294,307.0$$

$$e / D = 0.0018 \text{ ESTO IMPLICA QUE } f = 0.023$$

HAY QUE CORREGIR LA VELOCIDAD:

$$VEL = 7.8 \text{ FT / SEG.}$$

(\*) FLOW OF FLUIDS  
CRANE

$$L_{eq} = L \text{ TRAMOS RECTOS} + L \text{ DE ACESORIOS ( 2 CODOS) } = 54.77 \text{ FT}$$

PERDIDAS POR FRICCION:

$$H_{fd} = f * V * V * L_{eq} = 14.93 \text{ FT}$$

$$\frac{2 * q_c * D}{}$$

CALCULAR LA P. DESCARGA:

$$P_d = 52 * \quad + P_2 * 144 \quad + H_{fd} * \quad = 10,272.7 \text{ Lb / FT }^2$$

7.- CALCULAR EL NPSH; (CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCION):

$$\text{NPSH} = \frac{\text{PRESION SIST.} * 2.31}{\text{EN LA LINEA FT}} - \frac{\text{PRESION} * 2.31}{\text{EN FT}} - \text{PERDIDAS} - \text{ELEVACION}$$

$$\text{NPSH} = 41.4 \text{ FT REQUERIDA}$$

$$\text{NPSH} = 43.4 \text{ FT DISPONIBLE}$$

8.- CALCULAR LA CABEZA TOTAL:

$$H = ( P_d - P_s ) * 2.31 / \quad = 117.04 \text{ FT}$$

9.- POTENCIA REQUERIDA:

$$\text{WHP} = Q * H * \quad = 1.874 \text{ Hp}$$

$$\frac{3960}{}$$

## BOMBA GA - 01

TIPO:	CENTRIFUGA
P SUCCION:	3669.95 LB/FT <sup>2</sup>
P DESCARGA:	10,272.70 LB/FT <sup>2</sup>
PERDIDAS POR FRICCION A LA SUCCION:	Hfs = 6.6 FT
PERDIDAS POR FRICCION A LA DESCARGA:	Hfd = 14.93 FT
VELOCIDAD DE SUCCION:	Vs = 7.8 FT/SEG
CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCION:	NPSH = 41.4 FT
CABEZA TOTAL:	H = 117.04 FT
POTENCIA REQUERIDA:	WHP = 1.874 Hp
FLUJO VOLUMETRICO:	Q = 70.06 GAL/MIN.

## BOMBA GA - 02

TIPO:	CENTRIFUGA
P SUCCION:	7,450.54 LB/FT <sup>2</sup>
P DESCARGA:	10,004.44 LB/FT <sup>2</sup>
PERDIDAS POR FRICCION A LA SUCCION:	Hfs = 18.83 FT
PERDIDAS POR FRICCION A LA DESCARGA:	Hfd = 5.03 FT
VELOCIDAD DE SUCCION:	Vs = 7.60 FT/SEG
CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCION:	NPSH = 109.33 FT
CABEZA TOTAL:	H = 55.36 FT
POTENCIA REQUERIDA:	WHP = 0.746 Hp
FLUJO VOLUMETRICO:	Q = 72.14 GAL/MIN.

## BOMBA GA - 03

TIPO:	CENTRIFUGA
P SUCCION:	3,180.88 LB/FT <sup>2</sup>
P DESCARGA:	7,118.20 LB/FT <sup>2</sup>
PERDIDAS POR FRICCIÓN A LA SUCCION:	Hfs = 9.28 FT
PERDIDAS POR FRICCIÓN A LA DESCARGA:	Hfd = 5.03 FT
VELOCIDAD DE SUCCION:	Vs = 7.98 FT/SEG
CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCION:	NPSH = 170.57 FT
CABEZA TOTAL:	H = 80.46 FT
POTENCIA REQUERIDA:	WHP = 1.019 Hp
FLUJO VOLUMÉTRICO:	Q = 63.87 GAL/MIN.

## BOMBA GA - 04

TIPO:	CENTRIFUGA
P SUCCION:	3,862.44 LB/FT <sup>2</sup>
P DESCARGA:	5,332.64 LB/FT <sup>2</sup>
PERDIDAS POR FRICCIÓN A LA SUCCION:	Hfs = 3.36 FT
PERDIDAS POR FRICCIÓN A LA DESCARGA:	Hfd = 3.92 FT
VELOCIDAD DE SUCCION:	Vs = 5.19 FT/SEG
CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCION:	NPSH = 69.58 FT
CABEZA TOTAL:	H = 61.42 FT
POTENCIA REQUERIDA:	WHP = 1.497 Hp
FLUJO VOLUMÉTRICO:	Q = 251.40 GAL/MIN.

## BOMBA BA - 05

TIPO:	CENTRIFUGA
P SUCCION:	4,010.45 LB/FT <sup>2</sup>
P DESCARGA:	5,946.61 LB/FT <sup>2</sup>
PERDIDAS POR FRICCION A LA SUCCION:	H <sub>fs</sub> = 5.52 FT
PERDIDAS POR FRICCION A LA DESCARGA:	H <sub>fd</sub> = 3.53 FT
VELOCIDAD DE SUCCION:	V <sub>s</sub> = 4.38 FT/SEG
CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCION:	NPSH = 75.34 FT
CABEZA TOTAL:	H = 27.31 FT
POTENCIA REQUERIDA:	WHP = 0.223 Hp
FLUJO VOLUMETRICO:	Q = 38.35 GAL/MIN.

## BOMBA BA - 06

TIPO:	CENTRIFUGA
P SUCCION:	3,408.00 LB/FT <sup>2</sup>
P DESCARGA:	5,894.50 LB/FT <sup>2</sup>
PERDIDAS POR FRICCION A LA SUCCION:	H <sub>fs</sub> = 8.52 FT
PERDIDAS POR FRICCION A LA DESCARGA:	H <sub>fd</sub> = 21.6 FT
VELOCIDAD DE SUCCION:	V <sub>s</sub> = 4.22 FT/SEG
CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCION:	NPSH = 57.86 FT
CABEZA TOTAL:	H = 43.26 FT
POTENCIA REQUERIDA:	WHP = 0.381 Hp
FLUJO VOLUMETRICO:	Q = 37.81 GAL/MIN.



## BOMBA GA - 07

TIPO:	CENTRIFUGA
P SUCCION:	2,749.00 LB/FT <sup>2</sup>
P DESCARGA:	5,786.50 LB/FT <sup>2</sup>
PERDIDAS POR FRICCIÓN A LA SUCCION:	H <sub>fs</sub> = 11.33 FT
PERDIDAS POR FRICCIÓN A LA DESCARGA:	H <sub>fd</sub> = 7.11 FT
VELOCIDAD DE SUCCION:	V <sub>s</sub> = 5.59 FT/SEG
CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCION:	NPSH = 71.75 FT.
CABEZA TOTAL:	H = 59.35 FT
POTENCIA REQUERIDA:	WHP = 0.475 Hp
FLUJO VOLUMETRICO:	Q = 38.64 GAL/MIN.

## BOMBA GA - 08

TIPO:	CENTRIFUGA
P SUCCION:	3,855.00 LB/FT <sup>2</sup>
P DESCARGA:	12,241.00 LB/FT <sup>2</sup>
PERDIDAS POR FRICCIÓN A LA SUCCION:	H <sub>fs</sub> = 5.20 FT
PERDIDAS POR FRICCIÓN A LA DESCARGA:	H <sub>fd</sub> = 4.98 FT
VELOCIDAD DE SUCCION:	V <sub>s</sub> = 4.67 FT/SEG
CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCION:	NPSH = 74.89 FT
CABEZA TOTAL:	H = 175.00 FT
POTENCIA REQUERIDA:	WHP = 1.43 Hp
FLUJO VOLUMETRICO:	Q = 41.99 GAL/MIN.

## D.- FILTRO:

EL FLUJO QUE SE MANEGARA ES DE  $W = 16,207 \text{ Lb / Hr}$  (CON 2 % EN PESO DE ARCILLA ) QUE EQUIVALEN A  $Q = 121,228 \text{ GAL / Hr}$ .

LA VELOCIDAD PROMEDIO DE FILTRACION RECOMENDADA (\*) PARA ESTE TIPO DE FLUIDO ES DE:

$$\text{VEL} = 40 \text{ GAL}$$

$$\text{Ft} * \text{Ft} * \text{Hr}$$

POR LO QUE EL AREA DE FILTRACION ES DE:

$$A_f = \frac{121,228 \text{ GAL / Hr}}{40 \text{ GAL}} = 3,031 \text{ Ft}^2 = 282 \text{ m}^2$$

$$\frac{40 \text{ GAL}}{\text{Ft} * \text{Ft} * \text{Hr}}$$

QUE ES UNA AREA MUY GRANDE, POR LO QUE EL FLUJO SERA DIVIDIDO ENTRE CUATRO FILTROS:

$$A_f = 282 / 4 = 70 \text{ m}^2 = 756 \text{ Ft}^2$$

PARA ESTE TIPO DE SERVICIO SE RECOMIENDA UN FILTRO DEL TIPO "SWEETLAND" (\*\*) Y QUE DE ACUERDO AL AREA REQUERIDA DE FILTRACION SE PROPONE UN FILTRO DE LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

FILTRO	# 12
DIAMETRO INTERNO	37 IN
LARGO	15 FT
SEPARACION ENTRE LAS HOJAS FILTRANTES	2.0 IN
NUMERO DE HOJAS	72
AREA FILTRANTE (MARCO LISO)	3673 IN <sup>2</sup>
CAPACIDAD MAXIMA DE TORTA, CON TORTA DE 13 mm DE ESPESOR	72,495 IN <sup>3</sup>
EL ACEITE PASA ENTRE LAS HOJAS APLICANDO UNA PRESION DE	50 Lb/IN <sup>2</sup>
TEMPERATURA DE FILTRADO:	300 °F

(\*) MANUAL DEL INGENIERO QUIMICO , ROBERT H. PERRY, PAG. 19-18

(\*\*) REFINACION DE PETROLEOS, W. NELSON , PAG 278-279.

### 4.3 POSIBLE LOCALIZACION DE LA PLANTA:

PARA LA LOCALIZACION DE UN PROYECTO (PLANTA) DEBEN CONJUGARSE, FACTORES DE TRANSPORTE DE MATERIA PRIMA, MERCADO DEL PRODUCTO, PARQUES INDUSTRIALES EXISTENTES, ETC. ES DECIR UNA SERIE DE FACTORES CUANTITATIVOS Y CUALITATIVOS, POR LO QUE UNA SECUENCIA LOGICA DE ESTA ESTRATEGIA, PUEDE SER:

1.- DESARROLLAR UNA LISTA DE FACTORES RELEVANTES:

FACTORES GEOGRAFICOS.- RELACIONADOS CON LAS CONDICIONES NATURALES QUE RIGEN EN LAS DISTINTAS ZONAS DEL PAIS, TALES COMO EL CLIMA, LOS NIVELES DE CONTAMINACION, LOS NIVELES FREATICOS, LAS VIAS DE COMUNICACION, ETC.

FACTORES INSTITUCIONALES.- QUE SON LOS RELACIONADOS CON LOS PLANES Y ESTRATEGIAS DE DESARROLLO Y DESCENTRALIZACION INDUSTRIAL.

FACTORES SOCIALES.- TALES COMO ESCUELAS, HOSPITALES, CULTURA, ETC.

FACTORES ECONOMICOS.- DISPONIBILIDAD Y COSTO DE MANO DE OBRA, MATERIA PRIMA, SERVICIOS, INFRAESTRUCTURAS, TERRENOS, IMPUESTOS, ETC.

2.-ASIGNAR PESO A CADA FACTOR DE ACUERDO A LA EXPERIENCIA Y AL ORDEN DE IMPORTANCIA.

3.- ASIGNAR UNA ESCALA COMUN A CADA FACTOR, Y ELEGIR UN MINIMO Y UN MAXIMO.

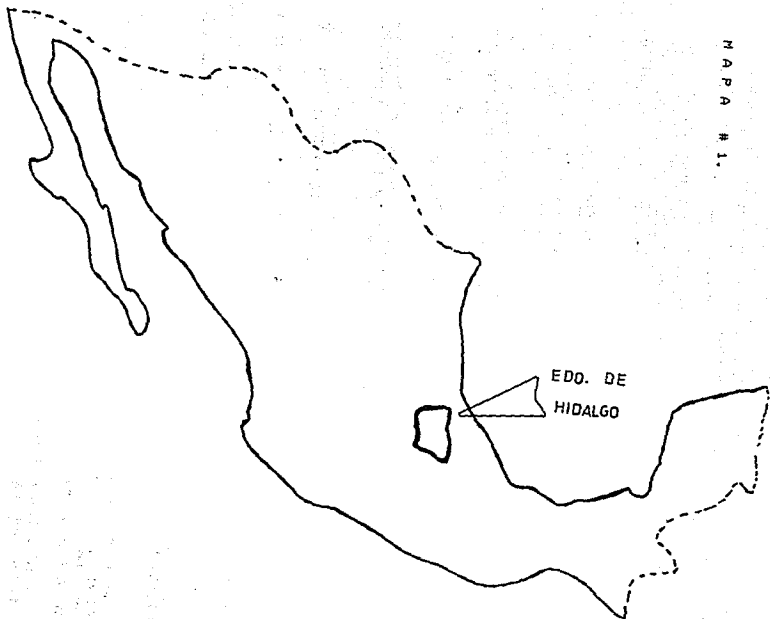
4.- PONDERAR CADA OPCION.

5.- SUMAR LA PUNTUACION DE CADA SITIO Y ELEGIR EL DE MAXIMA PUNTUACION.

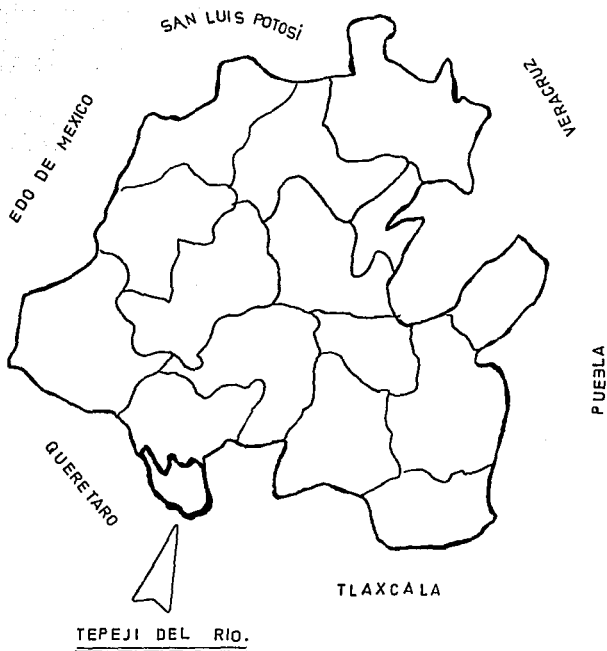
ESTE PROCEDIMIENTO DEBE HACERSE CUANDO SE ESTA EN BUSCA DE UNA OPCION DE LOCALIZACION, PERO DE ACUERDO A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS, EL LUGAR QUEDO YA DETERMINADO, POR LO QUE SOLO NOS LIMITAREMOS A MENCIONAR SUS VENTAJAS.

TEPEJI DEL RIO HGO. LOCALIZADO EN EL ESTADO DE HIDALGO, SOBRE LA CARRETERA MEXICO-QUERETARO A LA ALTURA DEL KM. 72.

1.- TEPEJI DEL RIO TIENE UNA POBLACION APROXIMADA DE 90,000 HABITANTES Y 30,000 DE LA FLOTANTE Y SI A ESTO SE LE AGREGA QUE SU POBLACION EN SU MAYORIA ES JOVEN, SIGNIFICA PUES QUE HAY UNA EXCELENTE DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA.



MAPA # 2



2.- HASTA LA FECHA LA PLUSVALIA NO HA SIDO MUY SIGNIFICATIVA, COMO LO FUE EN SU CASO MONTERREY, SAN JUAN DEL RIO Y TULA.

3.- LA SITUACION GEOGRAFICA DE TEPEJI DEL RIO, HACE QUE LAS CONDICIONES NATURALES SEAN BENIGNAS, NO FUERTES VIENTOS, NO ZONA SISMICA, ZONA TEMPLADA, NO LLUVIAS EXTREMOSAS, NIVELES FREATICOS ENTRE LOS 32.9 FT Y 65.6 FT., SUELO CALCAREO Y ARCILLOSO PRINCIPALMENTE.

4.- EN EL CORREDOR TEPEJI DEL RIO SE ENCUENTRAN FACILMENTE SERVICIOS DE ENERGIA ELECTRICA, AGUA, DRENAJES, PAVIMENTACION, AREAS VERDES, CENTROS DE CAPACITACION.

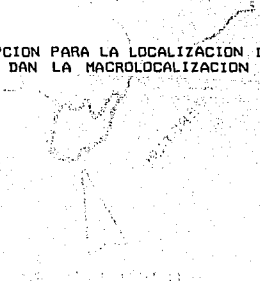
5.- TEPEJI DEL RIO, CUENTA CON INSTITUCIONES EDUCATIVAS ESPECIALIZADAS QUE PROPORCIONAN PERSONAL ALTAMENTE CAPACITADO; ENTRE ELLOS SE CUENTAN: " LA UNIVERSIDAD TECNOLOGICA TULA-TEPEJI", "EL CONALEP 214", "CEBETIS 200" , "CECATIS", "CEBETA TULA" Y OTROS MAS PEQUEÑOS.

6.- A UNA HORA APROXIMADAMENTE SE ENCUENTRAN IMPORTANTES CONSUMIDORES DE ACEITE BASICO, COMO SON EL ESTADO DE MEXICO, SAN JUAN DEL RIO, PACHUCA DE SOTO Y TIZAYUCA ENTRE OTROS.

7.- SUS VIAS DE COMUNICACION MEDULARES SON PROPIAMENTE LA AUTOPISTA MEXICO-QUERETARO Y LA VIA DE FERROCARRIL.

8.- LOS PROVEEDORES DE MATERIA PRIMA (ACEITE USADO) SERIAN PROPIAMENTE ACTOPAN, PACHUCA, TULANZINGO, IXMIQUILPAN, JILOTEPEC Y TULA, EDO. DE MEXICO, D.F., SAN JUAN DEL RIO, QUERETARO, PRINCIPALMENTE.

POR LO QUE ESTA SERIA UNA BUENA OPCION PARA LA LOCALIZACION DE LA EMPRESA. EN LOS MAPAS 1 Y 2 SE DAN LA MACROLOCALIZACION Y MICROLOCALIZACION RESPECTIVAMENTE.



## C A P I T U L O

### V

DETERMINACION DE LA INVERSION FIJA / PRESUPUESTO DEL COSTO DE LA PRODUCCION / GASTOS DE VENTAS / GASTOS DE ADMINISTRACION / GASTOS GENERALES / PRESUPUESTO DE INGRESOS POR VENTAS / DEPRECIACION Y AMORTIZACION DE LA INV. FIJA / COSTOS FINANCIEROS / DETERMINACION DE LA PRODUCCION MINIMA ECONOMICA / PRESUPUESTO DEL CAPITAL DE TRABAJO / ESTADO DE RESULTADOS / CALCULO DEL VPN Y DE LA TIR.

## 5.0 EVALUACION ECONOMICA. (20) (21)

COMO PARTE FINAL DE TODA SECUENCIA DE ANALISIS DE LA FACTIBILIDAD DE UN PROYECTO, EN ESTA ETAPA SE PRETENDE, ENTRE OTROS CONCEPTOS, DETERMINAR CUAL ES EL MONTO DE LOS RECURSOS ECONOMICOS NECESARIOS PARA LA REALIZACION DEL PROYECTO, CUAL SERIA UN PROGRAMA DE PRODUCCION Y LOS RESPECTIVOS COSTOS, PLANTEAR LOS GASTOS GENERALES DE ADMINISTRACION Y VENTAS, LA PRODUCCION MINIMA QUE GARANTICE EL SUSTENTO DE LA EMPRESA, UNA PROPUESTA DE FINANCIAMIENTO Y LOS PLANES DE PAGOS DE LA MISMA, CALCULAR LOS COSTOS DE CAPITAL DE TRABAJO Y UN ESTADO DE RESULTADOS QUE SIRVA COMO BANCO DE DATOS PARA CALCULAR EL VALOR PRESENTE NETO Y LA TASA INTERNA DE RENDIMIENTO, COMO CRITERIOS DE ACEPTACION PARA LOS PLANES PROPUESTOS DEL PROYECTO.

### 5.1 DETERMINACION DE LA INVERSION FIJA DEL PROYECTO:

EN BASE A LOS DATOS DE DISEÑO , A UNA PROPUESTA DE DISPOSICION EN PLANTA, DE DATOS DE INFLACION Y DE PARIDAD PESO-DOLAR, SE UTILIZARA EL METODO DE K.M. GUTHRIE, W.W. Grace and Co., (21) QUE INCLUYE SEIS MODULOS:

MODULO DE EQUIPO DE PROCESO  
 " " " " SOLIDOS  
 " " DE DESARROLLO DEL LUGAR  
 " " SERVICIOS  
 " " INDIRECTOS.

DE LOS CUALES EL SEGUNDO SE OMITIO POR SER MUY POCO LO QUE SE MANEJA DE SOLIDOS Y SU CONTRIBUCION AL RESTO DE LOS MODULOS ES BAJA.

PARA ACTUALIZAR LOS PRECIOS DE LOS EQUIPOS SE UTILIZARON LOS INDICADORES ECONOMICOS DE LA REVISTA "CHEMICAL ENGINEERING" Y EN ALGUNOS CASOS LA TASA DE INFLACION REPORTADA POR EL BANCO DE MEXICO, ASI COMO TAMBIEN LA PARIDAD PESO-DOLAR.



## 5.1.1 MODULO DE EQUIPO DE PROCESO

EN BASE A LOS DATOS DE DISEÑO DE LOS EQUIPOS, MATERIAL DE CONSTRUCCION DE LOS MISMOS Y DE UN TIPO DE INSTRUMENTACION PROMEDIO, PARA CADA UNO DE ELLOS ENTRE OTRAS COSAS. SE CALCULO UN PRECIO BASE, A ESTE PRECIO BASE SE LE SUMO LOS COSTOS DE MATERIAL INDIRECTO, LOS COSTOS POR MATERIAL DIRECTO Y LA MANO DE OBRA POR CONCEPTO DE COLOCACION E INSTALACION DE LOS MISMOS.

TODOS LOS EQUIPOS SE CONSIDERARON EN ACERO AL CARBON, DE CONSTRUCCION NACIONAL, LOS FILTROS PRENSA SE CONSIDERARON COMO EQUIPO "ESPECIAL", POR LO QUE SU CALCULO SE HIZO APARTE Y SU CONTRIBUCION AL MODULO TOTAL FUE CONSIDERADO EN EL CALCULO DE CONTINGENCIAS.

TABLA V.1.-

EQUIPO	INTERCAMBIADORES DE CALOR.	RECIPIENTES		BOMBAS	TOTAL
		HORIZONTALES	VERTICALES		
-----					
COSTO ACERO AL CARBON EN MILES DE DOLARES (1968)					
"E" (1968)	43,130	30,000	57,400	56,100	186,630
% DEL COSTO	23.11	16.08	30.76	30.05	100
TUBERIA	10.54	6.61	18.46	9.08	44.69
CONCRETO	1.18	1.00	3.08	1.20	6.46
ACERO	0.71	---	2.46	---	3.17
INSTRUMENT.	2.36	0.99	3.54	0.90	7.79
ELECTRICO	0.46	0.83	1.54	9.32	12.15
AISLAMIENTO	1.13	0.83	2.46	0.75	4.64
PINTURA	0.12	0.08	0.40	0.24	0.84
MATERIAL AUXILIAR "m"	16.50	10.34	31.94	21.49	80.27
-----					
MATERIAL DIRECTO					
M = E + m	39.61	26.42	62.70	51.54	180.27
-----					
COLOCACION	12.80	8.39	25.84	18.03	65.06
INSTALACION	1.76	1.50	4.68	2.91	10.85
MANO DE OBRA DIRECTA "L"	14.56	9.87	30.52	20.94	75.91
-----					
COSTO DIRECTO					
"E + M + L"	54.17	36.31	93.22	72.45	256.15

TABLA V.2.-

<b>EQUIPO ESPECIAL;</b>	<b>FILTRO FD - 05 - 06 - 07</b>	
<b>COSTO</b>		<b>14.00</b>
<b>INSTALACION EN CAMPO; 74% DEL COSTO DEL EQUIPO</b>		<b>10.36</b>
<b>INDIRECTOS; 29 % DEL COSTO ( 24.36 * 0.29 )</b>		<b>7.06</b>
<b>COSTO ( MILES DE DOLARES )</b>		<b>31.42</b>

## 5.1.2 MODULO DE INDIRECTOS:

PARA EL CÁLCULO DEL MODULO DE INDIRECTOS LOS TRES PRIMEROS CONCEPTOS ( IMPUESTOS, FLETES Y SEGUROS) SE CONSIDERAN DE ACUERDO AL METODO ; UN PORCENTAJE DEL COSTO DE LOS EQUIPOS ( CON EL MODULO DE DIRECTOS YA INCLUIDO).

MIENTRAS QUE PARA LOS CONCEPTOS DE SUPERVISION DE LA CONSTRUCCION E INGENIERIA SE HACE NECESARIO LA RELACION DE COSTOS DE MATERIALES Y DE MANO DE OBRA.

COMO NO HAY EQUIPOS DE ALEACION, EL CONCEPTO DE "INCREMENTO POR MATERIALES DE ALEACION", CARECE DE VALOR.

TABLA V.3.-

CONCEPTO:	VALOR
IMPUESTOS; EL 15 % DEL COSTO DEL EQUIPO (256.15)	38.42
FLETES; EL 10 % COSTO DEL EQUIPO .10 (256.15 + 38.42) =	29.46
SEGUROS; EL 6 % DEL COSTO DEL EQUIPO .06 (294.57) =	17.67
SUPERVISION DE LA CONSTRUCCION:	
( M + L ) * 0.178 * Fco * Fmo * INDEX =	52.66
256.15 * 0.178 * 1.10 * 1.05	
INGENIERIA;	
( M + L ) * 0.10 * Fce * Fme * Fpt =	24.21
256.15 * 0.10 * 0.90 * 1.05 * 1.0	
INCREMENTO DEL COSTO POR MATERIALES DE ALEACION =	0.0
MODULO DE INDIRECTOS:	162.42

Fco y Fce SE OBTIENEN DE GRAFICA Y SON FUNCION DE LA CANTIDAD "L/M".

Fmo y Fme SE OBTIENEN DE GRAFICA Y SON FUNCION DE LA CANTIDAD "L + M".

### 5.1.3 MODULO DE TERRENO Y ACONDICIONAMIENTO DEL MISMO:

EN BASE A LA PROPUESTA QUE SE HIZO DE QUE LA POSIBLE LOCALIZACION DE LA EMPRESA FUERA EN EL CORREDOR INDUSTRIAL DE TEPEJI DEL RIO, HGO. NOS DIMOS A LA TAREA DE INVESTIGAR LOS SERVICIOS DE ACONDICIONAMIENTO QUE PUDIESE NECESITAR EL LUGAR, PERO APARTE DE "AFISONEAR (COMPACTAR)", ESCOMBRAR, EMPAREJAR, NO SE OBTUVO BUENA INFORMACION AL RESPECTO EN CUANTO A COSTOS SE REFIERE, Y PARA LLEVAR UNA CONTINUIDAD CON LA METODOLOGIA EMPLEADA (METODO DE GUTHRIE) PARA ESTE CASO SE CONSIDERARON QUE EL 30 % DE LOS INDIRECTOS (DE ACUERDO AL MISMO ARTICULO) EQUIVALEN AL COSTO DE ESTE MODULO:

MODULO DE ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO:	0.30 * 199.06 =	59.72
--	-----------------	-------

### 5.1.4 MODULO DE CONSTRUCCIONES INDUSTRIALES:

PARA DETERMINAR EL VALOR DE ESTE MODULO FUE NECESARIO PLANTEAR UNA POSIBLE DISPOSICION EN PLANTA, TANTO DE EQUIPO, OFICINAS, ALMACEN, ESTACIONAMIENTOS, ETC.

DEL DIAGRAMA 5.1 SE TIENEN LOS DATOS PARA CALCULAR POR MEDIO DEL PROCEDIMIENTO DE K.M. GUTHRIE, W.R. Grace and Co. EL COSTO DE DICHO MODULO.

SE PROPUSO CONTAR CON UNA AREA DE PROCESO, ALMACEN, CASA DE CALDERA, ESPACIO PARA TORRE DE ENFRIAMIENTO, OFICINAS DE ADMINISTRACION, DE VENTAS, LABORATORIO, VIAS DE ACCESO Y ESTACIONAMIENTO. TODAS ESTAS CONSTRUCCIONES SE CONSIDERARON "TIPO PROMEDIO", PARA CADA CASO EN PARTICULAR.

COSTO DE LA CONSTRUCCION: [COSTO BASE] [(Fn + Ff + Fro) + (Fs+Fe)]*INDIRECTOS
---

DONDE:

COSTO BASE = ( AREA EN PIES CUADRADOS ) POR EL COSTO (DOLARES) DE SUPERFICIE A CONSTRUIR.

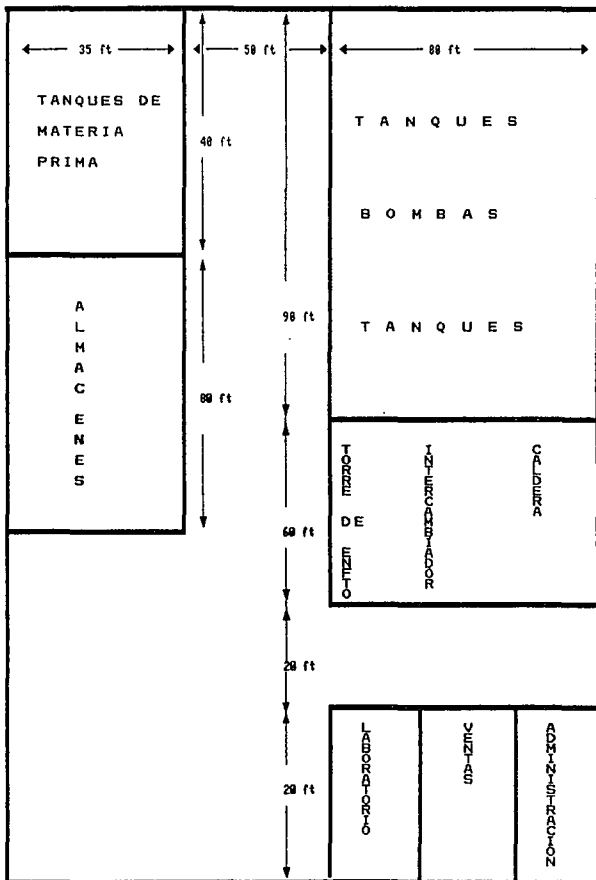
F<sub>n</sub> = FACTOR DEBIDO A LA ALTURA DE LA CONSTRUCCION.

F<sub>f</sub> = " " " TIPO DE CIMENTACIONES

F<sub>ro</sub> = " " " TIPO DE ESTRUCTURA DEL TECHADO

F<sub>s</sub> = " " " TIPO DE SERVICIO EN ESA UNIDAD.

F<sub>e</sub> = " " " MOBILIARIO EMPLEADO.



AREA DE VENTAS Y ADMINISTRACION:

SUPERFICIE TOTAL 800 FT CUADRADOS, ALTURA PROMEDIO DE 10 FT., TIPO DE CONSTRUCCION: MUROS DE CONCRETO, ESTRUCTURA INTERNA DE LOS MUROS DE ACERO, PISO Y TECHO DE CONCRETO, CON SERVICIOS DE VENTILACION. EQUIPAMIENTO PROMEDIO. AREA: 800.0 FT CUADRADOS

\$ /FT CUADRADO = 68.88  $F_n = 1$   $F_f = 0.10$   $F_{ro} = 0.0$   $F_s = 1.75$   
 $F_e = 5.0$  ESTO IMPLICA UN COSTO DE: 43,206 DOLARES.

AREA DE LABORATORIO:

SUPERFICIE TOTAL DE 400 FT CUADRADOS, ALTURA PROMEDIO DE 10 FT, TIPO DE CONSTRUCCION IGUAL QUE LA ANTERIOR, SERVICIOS DE VENTILACION. EQUIPAMIENTO PROMEDIO. AREA: 400 FT CUADRADOS

\$ /FT CUADRADO = 5.32  $F_n = 1.0$   $F_f = 0.10$   $F_{ro} = 0.0$   $F_s = 1.75$   
 $F_e = 5.0$  ESTO IMPLICA UN COSTO DE : 16,705 DOLARES

AREA DE PROCESO:

SUPERFICIE TOTAL DE 11,200 FT CUADRADOS, ALTURA PROMEDIO DE 40 FT., PISOS DE CONCRETO, TECHO DE ESTRUCTURA DE ACERO, SERVICIOS DE VENTILACION. AREA: 11,200 FT CUADRADOS

4/FT CUADRADO = 4.09  $F_n = 1.4$   $F_f = 0.15$   $F_{ro} = 0.10$   $F_s = 1.10$   
 $F_e = 4.0$  ESTO IMPLICA UN COSTO DE: 309,204 DOLARES

AREA DE ALMACENES:

SUPERFICIE TOTAL DE 2800 FT CUADRADOS, ALTURA DE 20 FT, PISO DE CEMENTO, TECHO DE ESTRUCTURA DE ACERO, SERVICIOS DE VENTILACION.

AREA: 2,800 FT CUADRADOS  
 \$ /FT CUADRADO = 3.57  $F_n = 1.0$   $F_f = 0.0$   $F_{ro} = 0.10$   $F_s = 1.10$   
 $F_e = 4.0$  ESTO IMPLICA UN COSTO DE: 61,975 DOLARES

AREA DE CASA DE CALDERAS:

SUPERFICIE TOTAL DE 150 FT CUADRADOS, ALTURA DEL TECHO DE 20 FT, PISO DE CEMENTO, TECHO DE CEMENTO, SERVICIOS DE VENTILACION.

AREA: 150 FT CUADRADOS  
 \$ /FT CUADRADO = 5.85  $F_n = 1.0$   $F_f = 0.0$   $F_{ro} = 0.0$   $F_s = 1.75$   
 $F_e = 6.0$  ESTO IMPLICA UN COSTO DE : 15,356 DOLARES

COSTO DE LA ESTRUCTURAS DEL AREA DE PROCESO: ESCALERAS, PASILLOS, SOPORTES, ETC.

COSTO DE LA ESTRUCTURA: AREA \* ALTURA \*  $F_s$  \* INDEX

DONDE:

AREA: DE PROCESO, NO INCLUYE EL AREA DE INTERCAMBIADORES.

$F_s$  = FUNCION DE LA ALTURA Y QUE EN ESTE CASO ES = 0.29

AREA: 7,200 FT CUADRADOS, ALTURA DE 40 FT Y TIPO DE ESTRUCTURA PROMEDIO.

COSTO: 41,760 DOLARES

COSTOS TOTALES: 488,206.0 \* 1.30 = 634,668.0 DOLARES

CONTRIBUCION AL MODULO: (634,668) / (186,630 + 14,000) = 3.16

RESUMEN DE LOS MODULOS CALCULADOS, PARA DETERMINAR EL MONTO DE LA INVERSION, EN EL CASO DE EQUIPO ESPECIAL, SU CONTRIBUCION AL MODULO SE INCORPORARA ANTES DEL MODULO DE "BARRA TOTAL", PUES SUS MODULOS DE INDIRECTOS Y DIRECTOS SE CALCULARON POR SEPARADO, POR LO QUE YA ESTAN INCLUIDOS EN EL MONTO DEL MISMO.

TABLA V.4.-

MODULO DE COSTOS DIRECTOS	= 256.18
MODULO DE INDIRECTOS	= 162.42
-----	
MODULO DE BARRA	= 418.60
EQUIPO ESPECIAL	= 31.42
-----	
MODULO DE BARRA TOTAL	= 450.02
CONTINGENCIAS 18 % DE CONTINGENCIAS	= 81.00
TERRENO Y ACONDICIONAMIENTO ( 30 % DEL MODULO DE INDIRECTOS )	= 48.73
CONSTRUCCIONES INDUSTRIALES	= 316.34
-----	
TOTAL	= 896.09

#### MONTO DE LA INVERSION FIJA:

CON EL COSTO TOTAL DE EQUIPO Y CON EL TOTAL DEL MODULO SE CALCULARA EL MONTO DE LA INVERSION FIJA. PERO ESTA INVERSION ESTARA DADA EN DOLARES DE 1968, LOS QUE TENDRAN QUE ACTUALIZARSE AL AÑO DE 1994.

COSTO TOTAL = 256.15 + 14.00 = 270.15  
DEL EQUIPO DOLARES DEL AÑO DE 1968.

INVERSION FIJA: 270 15 \* 8.9609 = 2,420,788  
DOLARES DEL AÑO DE 1968.

AHORA BIEN PARA ACTUALIZAR EL MONTO DE LA INVERSION FIJA, SE USARAN LOS INDICES DE COSTO DE PLANTA (\*) HASTA EL AÑO DE 1988, FECHA HASTA LA CUAL FUE DONDE SE OBTUBIERON DICHS INDICES. Y DE ESTA FECHA AL AÑO DE 1994 SE USARA LA INFLACION ACUMULADA (\*\*).

INFLACION ACUMULADA HASTA 1994 : 148.50 %  
 (LA INFLACION DE 1994 FUE PRONOSTICADA EN 8,5 %)

2,420,788	(349.1) AÑO 88 =	7,703,711 \$ (1988)
	(109.7) AÑO 68	
7,703,711 \$	( 2200 \$ / 1 \$ ) AÑO 88 =	1.694816 * 10 <sup>10</sup> \$
16,948,164 N\$	* (2.48 INFLACION ACUMULADA HASTA ENTONCES) =	

**INVERSION FIJA PARA EL AÑO DE 1994:**

**42,116,187.0 N\$.**

\* INDICADORES ECONOMICOS, CHEMICAL ENGINEERING  
 DICIEMBRE, 1988

\*\* FUENTE: BANCO DE MEXICO.



## 5.2. PRESUPUESTO DEL COSTO DE PRODUCCION

PARA EL CALCULO DE LOS COSTOS DIRECTOS Y DE LOS COSTOS VARIABLES SE UTILIZARAN LOS DATOS DE COSTOS DEL PROCESO, ENLISTADOS EN "ASPECTOS ECONOMICOS", DEL MISMO. SALVO EL CONCEPTO "SEGUROS", EL CUAL SE CONSIDERARA EN BASE A LO PROPUESTO POR LA BIBLIOGRAFIA (20) QUE SUGIERE SEA DE 1.0 % DEL MONTO DE LA INVERSION FIJA MENOS EL COSTO DEL TERRENO Y ACONDICIONAMIENTO DEL MISMO. LOS COSTOS ESTAN DADOS EN \$ (DOLARES) POR LO QUE SERAN LLEVADOS A MONEDA NACIONAL Y ACTUALIZADOS POR LA INFLACION AL AÑO QUE CORRESPONDAN. A EXCEPCION DEL COSTO DE MATERIA PRIMA QUE SE CALCULARA COMO SIGUE:

MATERIA PRIMA: DE ACUERDO A LOS DATOS DEL PROCESO, LA RECUPERACION DEL PROCESO ES DE 83 % DE LO ALIMENTADO, Y EL PRECIO DE ACEITE USADO SEGUN EL DIARIO OFICIAL DEL SEGUNDO TRIMESTRE DE 1990 ES DE 47.60 \$/GAL Y QUE PARA EL AÑO DE 1994 ES: 47.60 (1.188) (1.117) (1.20) = 75.80 \$ /LT = 287 \$ /GAL. ESTE PRECIO SERA ACTUALIZADO A LOS AÑOS DE EVALUACION, CON LA RESPECTIVA TASA DE INFLACION. CHECAR AL RESPECTO LOS DATOS TABULADOS EN EL ANEXO.

1994:	10,000,000 GAL/0.83 * 0.259 N\$/GAL * 1.085	=	3,386,000 N\$
1995:	11,500,000 GAL / 0.83 * 0.259 * 1.085 * 1.07	=	4,166,000
1996:	13,000,000 GAL / 0.83 * 0.259 * 1.085 * 1.07 * 1.057	=	4,978,000
1997:	14,300,000 GAL / 0.83 * 0.259 * 1.085 * 1.07 * 1.057 * 1.047	=	5,733,000
1998:	14,300,000 GAL / 0.83 * 0.259 * 1.085 * 1.07 * 1.057 * 1.047 * 1.038	=	5,951,000

ACIDO SULFURICO: SEGUN LOS DATOS ECONOMICOS DEL PROCESO, ESTE CONCEPTO ES DE 1.08 C /GALON PRODUCIDO, DATO PARA EL AÑO DE 1974. 1.08 C /GAL = 0.0108 \$ /GAL ( 3400 \$ / I DOLAR) = 0.0367 N\$ (1994) CADA CALCULO DE GASTO POR ESTE CONCEPTO PARA EL AÑO EN CUESTION SERA ACTUALIZADO CON LA RESPECTIVA INFLACION PRONOSTICADA:

1994:	10,000,000 GAL * 0.0367 N\$/GAL * 1.085	=	398,000 N\$
1995:	11,500,000 GAL * 0.0367 N\$/GAL * 1.085 *	=	489,
1996:		=	586,
1997:		=	674,
1998:		=	732,

ARCILLA: 0.0050 DOLARES / GALON PARA EL AÑO DE 1974. Y QUE PARA 1994 ES DE 0.017 N\$/GALON.

1994:	10,000,000 GAL * 0.017 N\$ /GAL * 1.085	=	184,000 N\$
1995:		=	227,
1996:		=	271,
1997:		=	312,
1998:		=	324,

PROPANO: 0.0006 DOLARES / GALON, PARA EL AÑO DE 1974 Y DE 0.00204 N\$/GALON PARA 1994.

1994:	10,000,000 GAL * 0.00204 N\$ / GALON * 1.085	=	22,000 N\$
1995:		=	27,
1996:		=	33,
1997:		=	38,
1998:		=	39,

ELECTRICIDAD: 0.0090 DOLARES / GALON, Y QUE PARA 1994 ES DE 0.030 N\$ / GAL.

1994:	10,000,000 GAL * 0.030 N\$ / GAL	=	320,000 N\$
1995:		=	400,
1996:		=	480,
1997:		=	550,
1998:		=	570,

AGUA: 0.0020 DOLARES / GAL, PARA EL AÑO DE 1974. PARA EL AÑO DE 1994 ES DE 0.0068 N\$/GALON.

1994:	10,000,000 GAL * 0.0068 N\$ / GALON	=	74,000 N\$
1995:		=	91,
1996:		=	109,
1997:		=	125,
1998:		=	130,

COMBUSTIBLE: 0.0044 DOLARES / GALON PARA EL AÑO DE 1974 Y DE 0.01496 N\$ / GALON PARA 1994.

1994:	10,000,000 GAL * 0.01496 N\$ / GALON * 1.085	=	162,000 N\$
1995:		=	200,
1996:		=	240,
1997:		=	275,
1998:		=	285,

MANDO DE OBRA DIRECTA: 0.0210 DOLARES / GALON PARA EL AÑO DE 1974, Y DE 0.0714 N\$ /GALON PARA EL AÑO DE 1994.

1994:	10,000,000 GAL / 0.0714 N\$ / GALON * 1.085	=	775,000 N\$
1995:		=	953,
1996:		=	1,139,
1997:		=	1,312,
1998:		=	1,362,

OTROS MATERIALES: 0.0105 DOLARES / GALON PARA EL AÑO DE 1974 Y DE 0.036 N\$ /GALON PARA EL AÑO DE 1994.

1994:	10,000,000 GAL * 0.036 N\$ / GALON * 1.085	=	390,000 N\$
1995:		=	480,
1996:		=	570,
1997:		=	660,
1998:		=	690,

SEGURDS: CONSIDERADOS COMO EL 1.0 % DEL MONTO DE LA INVERSION FIJA MENOS EL COSTO DE TERRENO Y ACONDICIONAMIENTO DEL MISMO.

1994:		=	336,000 N\$
1995:		=	359,
1996:		=	380,
1997:		=	398,
1998:		=	413,

OTROS MATERIALES ( INDIRECTOS ): 0.0095 DOLARES / GALON PASRA EL AÑO DE 1974, Y DE 0.032 N\$ /GAL.

1994:		=	347,000 N\$
1995:		=	427,
1996:		=	511,
1997:		=	588,
1998:		=	610,

DISPOSICION DE DESECHOS: 0.0020 DOLARES / GALON PARA EL AÑO DE 1974 Y DE 0.0068 N\$ /GALON PARA EL AÑO DE 1994.

1994:		=	74,000 N\$
1995:		=	91,
1996:		=	109,
1997:		=	125,
1998:		=	130,

MANTENIMIENTO PREVENTIVO: 0.015 DOLARES / GALON PARA EL AÑO DE 1974 Y DE 0.051 PARA EL AÑO DE 1994.

1994:		=	553,000 N\$
1995:		=	681,
1996:		=	814,
1997:		=	937,
1998:		=	973,

MANDO DE OBRA INDIRECTA: 0.019 DOLARES / GALON PARA EL AÑO DE 1974  
Y DE 0.065 PARA EL AÑO DE 1994.

1994:	= 705,000 N\$
1995:	= 868,
1996:	= 1,037,
1997:	= 1,194,
1998:	= 1,240,

TABLA V.5.-

AÑO	PRESUPUESTO DEL COSTO DE PRODUCCION				
	MILES DE N°				
	1994	1995	1996	1997	1998
PRODUCCION (GAL)	10,000,	11,500,	13,000,	14,300,	14,300,
MATERIA PRIMA	3,385,	4,166,	4,978,	5,733,	5,951,
QUIMICOS:					
ACIDO SULFURICO	398,	489,	586,	674,	732,
ARCILLA	184,	227,	271,	312,	324,
PROPANO	22,	27,	33,	38,	39,
SERVICIOS:					
ELECTRICIDAD	320,	400,	480,	550,	570,
AGUA	74,	91,	109,	125,	130,
COMBUSTIBLE	162,	200,	240,	275,	285,
MANO DE OBRA DIRECTA	775,	953,	1,139,	1,312,	1,362,
OTROS MATERIALES	390,	480,	570,	660,	690,
DISPOSICION DE DESECHOS	74,	91,	109,	125,	130,
<b>COSTOS DIRECTOS</b>	<b>5,784,</b>	<b>7,124,</b>	<b>8,515,</b>	<b>9,804,</b>	<b>10,213,</b>
MANTENIMIENTO	553,	681,	814,	937,	973,
SEGUROS	336,	359,	380,	398,	413,
MANO DE OBRA INDIRECTA	705,	868,	1,037,	1,194,	1,240,
OTROS MATERIALES	347,	427,	511,	588,	610,
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>1,941,</b>	<b>2,335,</b>	<b>2,742,</b>	<b>3,117,</b>	<b>3,236,</b>
<b>COSTOS DE PRODUCCION</b>	<b>7,725,</b>	<b>9,459,</b>	<b>11,257,</b>	<b>12,921,</b>	<b>13,449,</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>0.773</b>	<b>0.823</b>	<b>0.866</b>	<b>0.904</b>	<b>0.941</b>

**5.3 GASTOS DE VENTAS:**

POR EL TIPO DE PROCESO, EL AREA DE LA EMPRESA, LOS SERVICIOS QUE REQUIERE, POR LA CANTIDAD PROPUESTA A PRODUCIR, POR LA DISPOSICION DE LA PLANTA, SE SUGIERE LA ASIGNACION DE PERSONAL DE LA SIGUIENTE FORMA (SUGERIDO POR EL PRESIDENTE DE LA ASOCIACION DE INDUSTRIALES DE TEPEJI DEL RIO.) :

TABLA V.6.-

PERSONAL:	SALARIO ANUAL EN "N\$" (INCLUYENDO 30 % EN PRESTACIONES)
1 GERENTE DE VENTAS	36,504.00 N\$
1 ASISTENTE DE GERENCIA	22,308.00
1 SECRETARIA	16,224.00
<hr/>	
	75,036.00
OTROS GASTOS 10 % DE LOS SALARIOS (75,036.0)	7,504.00
<hr/>	
TOTAL	82,540.00 N\$

**5.4 GASTOS DE ADMINISTRACION.**

AL IGUAL QUE EL PUNTO ANTERIOR, LOS SALARIOS INCLUYEN EL 30 % DE PRESTACIONES.

TABLA V.7.-

1 GERENTE GENERAL	52,000.00 N\$
1 " DE PLANTA	39,000.00
1 " ADMINISTRATIVO	39,000.00
1 " DE RELACIONES INDUSTRIALES	26,000.00
1 CONTADOR	24,000.00
1 JEFE DE CONTROL DE CALIDAD	24,000.00
1 JEFE DE COMPRAS	21,000.00
2 INGENIERIA	57,000.00
6 AUXILIARES	66,000.00
6 SECRETARIAS	66,000.00
<hr/>	
GASTOS VARIOS ( 10 % DE LOS GASTOS DE ADMINISTRACION):	41,000.00
<hr/>	
TOTAL:	455,000.00 N\$

**5.5 GASTOS GENERALES**

DE ACUERDO A LA INFORMACION GENERADA ANTERIORMENTE, SE CALCULARAN LOS GASTOS GENERALES QUE SERVIRAN DE BASE PARA POSTERIORES CALCULOS. CABE ACLARA QUE DEBERAN ACTUALIZARSE AL AÑO DE EVALUACION POR EL INDICE DE INFLACION CORRESPONDIENTE.

TABLA V.8.-

ANO:	1994	1995	1996	1997	1998
VENTAS :	90,000.	96,000.	100,000.	106,000.	110,000.
ADMINIS- TRACION:	494,000.	529,000.	559,000.	585,000.	607,000.
<hr/>					
GASTOS GENERALES:	584,000.	625,000.	659,000.	691,000.	717,000.
(EN NUEVOS PESOS)					
INFLACION:	8.5%	7.0	5.7	4.7	3.8

**5.6 PRESUPUESTO DE INGRESOS POR VENTAS**

DE LA INVESTIGACION QUE SE TRATO DE HACER EN CUANTO A PRECIOS DE BASICOS SE REFIERE, NO FUE POSIBLE OBTENER DATOS ESTADISTICOS DEL PRECIO DE BASICO PRODUCIDO POR PEMEX, PERO SE OBTUBIERON DE LOS DE IMPORTACION, SE PROPONE UN PRECIO DE "RE-REFINADO BASICO" DE 10 % MENOS DEL PRECIO DE BASICO DE IMPORTACION. CONSIDERANDO QUE EL PRECIO DEL PRIMERO DEBE SER MAS ATRACTIVO QUE EL DEL SEGUNDO.

ANO	PRECIO BASICO IMPORTACION \$	10 %	PRECIO PARA NUESTRO RE-REFINADO
1994	1,613	.1613	1.45 \$
1995	1,797	.1797	1.62
1996	1,980	.1980	1.78
1997	2,163	.2163	1.95
1998	2,347	.2347	2.11

TABLA V.9.-

ANO	PRODUCCION GAL/ANO	PRECIO N\$/GAL	INGRESOS
1994	10,000,000	1.45	14,517,000 N\$
1995	11,500	1.62	18,630,
1996	13,000	1.78	23,166,
1997	14,300	1.95	27,885,
1998	14,300	2.11	30,173,

5.7 DEPRECIACION Y AMORTIZACION DE LA INVERSION FIJA.

EL TERMINO DEPRECIACION TIENE EXACTAMENTE LA MISMA CONNOTACION QUE AMORTIZACION, PERO EL PRIMERO SOLO SE APLICA AL ACTIVO FIJO, YA QUE CON EL USO, EN EL TIEMPO ESTOS BIENES VALEN MENOS; ES DECIR SE DEPRESIAN. EN CAMBIO LA AMORTIZACION SOLO SE APLICA A LOS ACTIVOS DIFERIDOS O INTANGIBLES.

CABE ACLARAR QUE NO SE TOMARAN EN CUENTA LOS VALORES DE TERRENO NI LOS COSTOS POS ACONDICIONAMIENTO DEL MISMO.

SEGUN LA LEY DE IMPUESTOS SOBRE LA RENTA Y DE ACUERDO AL ARTICULO 44 FRACCION I Y EL ARTICULO 45 FRACCION XII, EL % DE AMORTIZACION Y DEPRECIACION ES EL SIGUIENTE:

20 % PARA EDIFICIOS.

10 % PARA LOS DEMAS TANGIBLES E INTANGIBLES.

EDIFICIOS:

SU CONTRIBUCION AL MODULO TOTAL, TAL COMO SE CALCULO EN LA INVERSION FIJA ( PAG ) ES DE:

3.1634

= 0.353

B.9609

POR LO QUE EL COSTO DE LOS MISMOS ES DE:

42,116,187 N\$ \* 0.353

= 14,867,964 N\$

Y QUE DE ACUERDO AL PORCENTAJE DE DEPRECIACION:

14,867,964 \* 0.20

= 2,973,593 N\$ /ANUAL

RESTO: ESTE CONCEPTO ESTARA CONFORMADO POR EQUIPO DE PROCESO, INDIRECTOS Y CONTINGENCIAS, LA CONTRIBUCION AL MODULO ES LA SIGUIENTE:

(B.9609 - 3.1634 - 0.4873) = 5.3102

= 0.5926

B.9609

POR LO QUE EL COSTO DEL "RESTO" ES DE:

42,116,187 N\$ \* 0.5926

= 24,957,914

Y DE ACUERDO AL PORCENTAJE DE DEPRECIACION:

24,957,914 N\$ \* 0.10

= 2,495,791 \$ / ANUAL

SEGUN EL ARTICULO 41 DE LA LEY DE I.S.R. DEBEN ACTUALIZARSE LOS COSTOS PARA EFECTOS DE DEDUCCION, DE ACUERDO A LA INFLACION:

NOTA: LA DEPRECIACION SE HARA EN LINEA RECTA.



TABLA V.10.-

ANO:	94	95	96	97	98
D E P R E C I A C I O N					
EDIFICIOS:	3,226,000	3,452,000	3,649,000	3,820,000	3,965,000
RESTO:	2,708,000	2,898,000	3,063,000	3,207,000	3,328,000
	5,934,000	6,350,000	6,712,000	7,027,000	7,293,000
INFLACION:	8.5 %	7.0%	5.7%	4.7%	3.8%
VALOR DE SALVAMENTO*:					17,166,000.0 N\$

\* AHORA BIEN PARA CALCULAR EL VS (VALOR DE SALVAMENTO) DEL "RESTO", DEBERA ACTUALIZARSE HASTA 1998 EL VALOR INICIAL:

24,957,914 N\$ (1.297) = 32,370,000.0 N\$  
 29.7 = INFLACION ACUMULADA HASTA 1998.

POR LO TANTO EL VALOR DE SALVAMENTO SERA:

32,370,000  
 - 2,708,000  
 - 2,898,000  
 - 3,063,000  
 - 3,207,000  
 - 3,328,000  
 -----  
 17,166,000

### 5.8 COSTOS FINANCIEROS (TMAR Y TABLA DE FINANCIAMIENTO).

PARA FORMARSE TODA EMPRESA DEBE REALIZAR UNA INVERSION INICIAL. EL CAPITAL QUE FORMA ESA INVERSION PUEDE PROVENIR DE VARIAS FUENTES: SOLO DE PERSONAS FISICAS (INVERSIONISTAS), DE ESTAS CON PERSONAS MORALES (OTRAS EMPRESAS), DE INVERSIONISTAS E INSTITUCIONES DE CREDITO (BANCOS) O DE UNA MEZCLA DE TODOS ELLOS, COMO SEA QUE HAYA SIDO LA APORTACION DE CAPITALES, CADA UNO DE ELLO TENDRA UN COSTO ASOCIADO AL CAPITAL QUE APORTE Y LA NUEVA EMPRESA ASI FORMADA TENDRA UN COSTO DE CAPITAL PROPIO.

ANTES DE INVERTIR, UNA PERSONA SIEMPRE TIENE EN MENTE UNA TASA MINIMA DE GANANCIA SOBRE LA INVERSION PROPUESTA, LLAMADA "TASA MINIMA ACEPTABLE DE RENDIMIENTO" (TMAR).

LA PREGUNTA SERIA ENTONCES ¿CUAL SERIA ESA TMAR APROPIADA?. ES UNA CREENCIA COMUN QUE LA TMAR DE REFERENCIA PUEDA SER LA TASA MAXIMA QUE OFRECEN LOS BANCOS. PERO ESTO ES FALSO YA QUE LA EXPERIENCIA INDICA QUE EL PODER ADQUISITIVO DEL DINERO EN EL BANCO SE VE SERIAMENTE AFECTADO, DEBIDO A LA INFLACION Y AL BAJO INTERES QUE SE OFRECEN EN LAS INSTITUCIONES BANCARIAS.

¿SI LA TASA DEL BANCO NO ES UNA BUENA REFERENCIA, CUAL SI LO SERIA?, ¿QUE TASA DE RENDIMIENTO REQUIEREN LOS INVERSIONISTAS SOBRE UNA ACCION PARA SER COMPENSADOS POR HABER ASUMIDO EL RIESGO DE INVERTIR EN ESA OPCION?

DE ACUERDO A LA RECTA DEL MERCADO DE VALORES EXPRESADA COMO:

$$K_i = K_{rf} + (K_m - K_{rf}) b_i \quad (*)$$

DONDE:

$K_i$  = TASA REQUERIDA DE RENDIMIENTO ( O TASA MINIMA ACEPTABLE DE RENDIMIENTO)

$K_{rf}$  = TASA DE RENDIMIENTO LIBRE DE RIESGO. GENERALMENTE SE MIDE EL RENDIMIENTO SOBRE UN BONO DE LA TESORERIA.

$K_m$  = TASA REQUERIDA SOBRE UNA CARTERA QUE SE FORMA CON TODAS LAS ACCIONES, LA CUAL ES LA CARTERA DE MERCADO. TAMBIEN SE DEFINE COMO LA TASA REQUERIDA DE RENDIMIENTO SOBRE UNA ACCION PROMEDIO (  $b = 1.0$  ).

$b_i$  = ES EL COEFICIENTE BETA, EL CUAL ES UNA MEDIDA DE LA VOLATILIDAD DE UNA ACCION EN RELACION CON LA DE UNA ACCION PROMEDIO, EN OTRAS PALABRAS ES LA TENDENCIA DE UNA ACCION A DESPLAZARSE CON EL MERCADO.

\* FUNDAMENTOS DE ADMINISTRACION FINANCIERA  
J. FRED WESTON Y EUGENE F. BRIGMAN  
CAP. 3 Y 4.  
ED. MC. GRAW HILL.

EL IMPACTO DE LA INFLACION DEBE TOMARSE EN CUENTA PARA EL RENDIMIENTO ESPERADO POR UN INVERSIONISTA POR EL RIESGO ASUMIDO. ANTERIORMENTE SE EXPLICO QUE  $K_{rf}$  SE MIDE POR LA TASA DE VALORES DE LA TESORERIA. PUES BIEN ESTA ESTA FORMADA POR DOS ELEMENTOS. 1) UNA TASA REAL Y LIBRE DE INFLACION  $K^*$  Y 2) UNA PRIMA DE INFLACION I.P. , IGUAL A LA INFLACION PROMEDIO ANTICIPADA POR EL PERIODO DE ESTUDIO, QUE EN ESTE CASO ES DE CINCO AÑOS.

$K_{rf} = K^* + I.P.$  Y QUE DE ACUERDO A LOS DATOS REPORTADOS HASTA EL MES DE AGOSTO  $K_{rf} = 17.50$  (\*\*) CON UNA INFLACION HASTA ESE ENTONCES REPORTADA DE 3.3 (LO QUE VA DEL AÑO) LO QUE SIGNIFICA QUE:

$K^* = 14.2$   
DE LOS DATOS TENEMOS QUE LA INFLACION PROMEDIO PRONOSTICADA A LOS CINCO AÑOS ES:

$$I.P. = \frac{8.5 + 7.0 + 5.7 + 4.7 + 3.8}{5} = 5.94$$

DE LO QUE SE PUEDE CONCLUIR QUE:

$$K_{rf} = 14.2 + 5.94 = 20.14$$

SE HACE NECESARIO HACER MENCION DE OTRO CONCEPTO IMPORTANTE COMO LO ES:

$RP_m = (K_m - K_{rf})$  = PRIMA DE RIESGO DEL MERCADO. QUE ES EL RENDIMIENTO ADICIONAL SOBRE LA TASA LIBRE DE RIESGO QUE SE REQUIERE PARA COMPENSAR A UN INVERSIONISTA PARA ASUMIR UNA CANTIDAD PROMEDIO DE RIESGO.

PERO DEBE HACERSE NOTAR QUE LA PRIMA DE RIESGO DE UNA ACCION PROMEDIO,  $K_m - K_{rf}$  NO PUEDE MEDIRSE CON PRECISION PORQUE ES IMPOSIBLE OBTENER DATOS EXACTOS PARA EL RENDIMIENTO ESPERADO EN EL FUTURO SOBRE EL MERCADO. SIN EMBARGO, LOS ESTUDIOS EMPIRICOS INDICAN QUE CUANDO SE USAN BONOS DE LA TESORERIA A LARGO PLAZO PARA MEDIR  $K_{rf}$  Y CUANDO  $K_m$  ES UNA ESTIMACION DEL RENDIMIENTO ESPERADO, LA PRIMA DE RIESGO DEL MERCADO VARIA UN TANTO DE UN AÑO A OTRO Y CON FRECUENCIA, HA OSCILADO ENTRE UN 4 Y 8 % DURANTE LOS ULTIMOS 20 AÑOS. POR LO QUE NOSOTROS USAREMOS 6 % COMO PROMEDIO.

EL VALOR DEL COEFICIENTE QUE SE USA EN LA RECTA DE MERCADO DE VALORES, DEBERA REFLEJAR LA VOLATILIDAD ESPERADA DEL RENDIMIENTO QUE SE OBSERVA SOBRE EL MERCADO DURANTE ALGUN PERIODO FUTURO, SIN EMBARGO COMO SE CARECEN DE DATOS DE RENDIMIENTO ANTERIORES, PARA ESTE PROYECTO; SE TOMARAN LOS RENDIMIENTOS PROMEDIO HASTA LA FECHA REPORTADOS Y QUE EN ESTE CASO SON DE : 17.7 (\*\*)

(\*\*) FUENTE: PERIODICO EL "FINANCIERO"

$$b_i = 1.177$$

POR LO TANTO:

$K_i = 20.14 + (6) * 1.177 = 27.202$  O TAMBIEN CONOCIDA COMO T<sub>MAR</sub> PARA EL INVERSIONISTA.

EL MONTO DE LA INVERSION ES DE 42,116,187.0 N\$ Y SE PROPONE UN FINANCIAMIENTO PARA CUBRIR DICHO MONTO DEL 40 % APORTADO POR UNA INSTITUCION BANCARIA Y EL RESTO POR EL INVERSIONISTA PROPIETARIO.

LA TASA BANCARIA ES :

$$K_{rf} = K^* + I.P. = 17.50$$

$$K^* = 14.2$$

$$K_i = 14.2 + 7 \text{ (RIESGO)} = 21.1 + I.P. = 21.2 + 5.94 = 27.140 \text{ O T}_{MAR} \text{ BANCARIA.}$$

CON ESTOS DATOS SE PUEDE CALCULAR LA T<sub>MAR</sub> DEL CAPITAL TOTAL., LA CUAL SE OBTIENE CON UNA PONDERACION POR EL PORCENTAJE DE APORTACION Y LA T<sub>MAR</sub> EXIGIDA POR CADA UNO, ASI:

TABLA V.11.-

APORTACION 60 %	CAPITAL PROPIO	T <sub>MAR</sub> 27.202	=	16.3212
40 %	CAPITAL FINANCIADO	27.140	=	10.8560
100 %	T <sub>MAR</sub> GLOBAL		=	27.1772

LA T<sub>MAR</sub> DEL CAPITAL TOTAL 42,116,187.0 N\$ RESULTO SER DE 27.1772 % ; ESTO SIGNIFICA (\*) QUE ES EL RENDIMIENTO MINIMO QUE DEBERA GANAR LA EMPRESA PARA PAGAR 27.149 % DE INTERES AL BANCO SOBRE 40 % DE LO FINANCIADO Y UNA TASA DE GANANCIA AL INVERSIONISTA DE 27.202 %.

EL FINANCIAMIENTO SERA PARA UN PLAZO DE CINCO AÑOS, CON PAGOS ANUALES AL "PRINCIPAL" DE 20 % DEL MONTO DE LA DEUDA MAS INTERES SOBRE SALDOS INSOLUTOS.

LA INVERSION FIJA ES DE N\$ 42,116,187.00 DE LA CUAL SE FINANCIARIAN 40%, QUE EQUIVALEN A N\$ 16,846,474.0

(\*) EVALUACION DE PROYECTOS

G.BACA URBINA

PAG. 181-182

MC. GRAW HILL.

TABLA V.12.-

AÑO	INTERESES	( MILES DE NUEVOS PESOS )		DEUDA
		PAGO A PRINCIPAL	PAGO TOTAL	
1993				16,847, N\$
1994	4,573,	3,369,	7,942,	13,478,
1995	3,658,	3,369,	7,027,	10,109,
1996	2,744,	"	6,113,	6,740,
1997	1,829,	"	5,198,	3,371,
1988	915,	3,371,	4,286,	-----

### 5.9 DETERMINACION DE LA PRODUCCION MINIMA ECONOMICA

VALORAR LA PRODUCCION QUE "ASEGURA", QUE NO EXISTAN PERDIDAS, ES DECIR QUE EL VALOR DE LAS VENTAS ASEGUREN LOS GASTOS DE LAS EMPRESA, ES IMPORTANTE COMO MARCO DE REFERENCIA Y SEGURIDAD.

EL CALCULO DE LA PRODUCCION MINIMA REQUIERE DE INFORMACION, TALES COMO; LOS GASTOS FIJOS, LOS VARIABLES, LOS GASTOS GENERALES Y LOS DE FINANCIAMIENTO.

TABLA V.13.-

INFORMACION DE COSTOS PARA LA DETERMINACION DE LA PRODUCCION MINIMA ECONOMICA.					
(MILES DE NUEVOS PESOS)					
CONCEPTO	1994	1995	1996	1997	1998
MATERIA PRIMA	3,386	4,166	4,978	5,733	5,951
MATERIALES	390	480	570	660	690
ELECTRICIDAD	320	400	480	550	570
COMBUSTIBLE	162	200	240	275	285
AGUA	74	91	109	125	230
ACIDO	398	489	586	674	732
ARCILLA	184	227	271	312	324
PROPANO	22	27	33	38	39
DISPOSICION DE DESECHOS	74	91	109	125	130
<b>COSTOS VARIABLES</b>	<b>5,010</b>	<b>6,171</b>	<b>7,376</b>	<b>8,492</b>	<b>8,951</b>
<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>	<b>775</b>	<b>953</b>	<b>1,139</b>	<b>1,312</b>	<b>1,362</b>
<b>MANO DE OBRA INDIRECTA</b>	<b>705</b>	<b>868</b>	<b>1,037</b>	<b>1,194</b>	<b>1,240</b>
MANTENIMIENTO	553	681	814	937	973
SEGUROS	336	359	380	398	413
OTROS MATERIALES	347	427	511	588	610
GASTOS DE VENTAS	90	96	100	106	110
GASTOS DE ADMINIS.	494	529	559	585	607
GASTOS FINANCIEROS	4,573	3,658	2,744	1,829	915
<b>COSTOS FIJOS</b>	<b>7,873</b>	<b>7,571</b>	<b>7,284</b>	<b>6,949</b>	<b>6,230</b>

TABLA V.14.-

AÑO	PRODUCCION MINIMA ECONOMICA (INCLUYE GASTOS FINANCIEROS) (MILES DE NUEVOS PESOS)				
	1	2	3	4	5
VALOR DE LA PROD. PROGRAMADA	14,517	18,630	23,166	27,885	30,173
EGRESOS TOTALES	12,883	13,742	14,660	15,441	15,181
COSTOS VARIABLES	5,010	6,171	7,376	8,492	8,951
COSTOS FIJOS	7,873	7,571	7,284	6,949	6,230
CAPACIDAD NOMINAL QUE SE EMPLEARA	70 %	80 %	90 %	100 %	100 %
PRODUCCION PROGRAMADA	10,000,	11,500,	13,000,	14,300,	14,300,
PRODUCCION MINIMA ECONOMICA	8,281	6,988,	6,000,	5,124,	4,198,
PROD. PROGRAMADA	1.208	1.646	2.167	2.791	3.406
PROD. MINIMA ECONOMICA					

$$\text{PRODUCCION MINIMA ECONOMICA} = \frac{\text{PROD. PROGRAMADA (COSTOS FIJOS + COSTOS REGULABLES)}}{\text{VALOR DE LA PROD. PROGRAMADA - COSTOS VARIABLES}}$$

5.10 PRESUPUESTO DEL CAPITAL DE TRABAJO

MATEMATICAMENTE SE DEFINE COMO LA DIFERENCIA ARITMETICA ENTRE EL ACTIVO CIRCULANTE Y EL PASIVO CIRCULANTE. DESDE EL PUNTO DE VISTA PRACTICO, ESTA REPRESENTADO POR EL CAPITAL ADICIONAL CON QUE HAY QUE CONTAR PARA QUE EMPIECE A TRABAJAR LA EMPRESA; SIGNIFICA ENTONCES QUE DEBE PREVERSE UNA CANTIDAD DE DINERO PARA FINANCIAR LA PRIMERA PRODUCCION ANTES DE RECIBIR INGRESOS; LO QUE OBTIENE INDICA QUE DEBE PREVERSE LOS GASTOS GENERADOS POR COMPRA DE MATERIA PRIMA, PAGAR MANO DE OBRA DIRECTA, OTORGAR TAL VEZ CREDITO A LOS COMPRADORES (ACTUALMENTE REPRESENTA UN ATRACTIVO FUNDAMENTAL EN LAS COMPRAS), CONTAR CON DINERO PARA SUFRAGAR LOS GASTOS DIARIOS DE LA EMPRESA MIENTRAS EMPIEZA A GENERAR, PARA SUSTENTO DE LA MISMA. A ESTOS CONCEPTOS SE LES CONOCE COMO ACTIVO CIRCULANTE.

PERO ASI COMO HAY QUE INVERTIR EN ESTOS RUBROS, TAMBIEN SE PUEDE OBTENER CREDITO A CORTO PLAZO EN CONCEPTOS TALES COMO IMPUESTOS, DESCUENTOS DE PROVEEDORES, ETC. LO QUE SE CONOCE COMO PASIVO CIRCULANTE.

TABLA V.15.-

PRESUPUESTO DEL CAPITAL DE TRABAJO (MILES DE NUEVOS PESOS)					
CONCEPTO / AÑO	1994	1995	1996	1997	1998
1) CAJAS Y BANCOS	840	1,020	1,230	1,410	1,470
2) CUENTAS POR COBRAR	1,584	2,032	2,527	3,042	3,292
INVENTARIOS:					
3) MATERIA PRIMA	369	455	543	625	649
4) PRODUCTOS EN PROCESO	442	544	650	749	780
5) PRODUCTO TERMINADO	147	181	217	250	260
ACTIVO CIRCULANTE	3,382,	4,232,	5,167,	6,076,	6,451,
6) CUENTAS POR COBRAR	369	455	543	625	649
PASIVO CIRCULANTE	369	455	543	625	649
CAPITAL DE TRABAJO	3,013,	3,777,	4,624,	5,451,	5,802,

## BASES DE CALCULO:

- 1) 30 DIAS DEL COSTO DE PRODUCCION
- 2) 30 DIAS DEL VALOR DE LAS VENTAS
- 3) 30 DIAS DEL COSTO DE LA MATERIA PRIMA
- 4) 21 DIAS DEL COSTO DIRECTO DE PRODUCCION
- 5) 7 DIAS DEL COSTO DIRECTO DE PRODUCCION
- 6) 30 DIAS DEL COSTO DE MATERIA PRIMA



### 5.11 ESTADO DE RESULTADOS

LA FINALIDAD DEL ANALISIS DEL ESTADO DE RESULTADOS (O CUADRO DE PERDIDAS Y GANANCIAS) ES CALCULAR LA UTILIDAD NETA Y LOS FLUJO DE EFECTIVO DEL PROYECTO, QUE SON EN GENERAL, EL BENEFICIO REAL DE LA OPERACION DE LA EMPRESA, Y QUE SE OBTIENEN RESTANDO A LOS INGRESOS TODOS LOS COSTOS QUE SE GENEREN, ASI COMO LOS IMPUESTOS RESPECTIVOS. PARA EL CASO EN ESTUDIO PARA SIMPLIFICACION NO SE TOMAN EN CUENTA LOS IMPUESTOS QUE SE DERIVAN DEL PRODUCTO Y DE LA CANTIDAD PRODUCIDA (LEY DE IMPUESTOS SOBRE LA RENTA).

TABLA V.16.-

ESTADO DE RESULTADOS CON FINANCIAMIENTO (MILES DE NUEVOS PESOS)					
AÑO	1994	1995	1996	1997	1998
VENTAS (LT)	10,000,	11,500,	13,000,	14,300,	14,300,
(+) INGRESOS POR VENTAS	14,517	18,630	23,166	27,166	30,173
(-) COSTOS DIRECTOS	5,784	7,124	8,515	9,804	10,213
(-) COSTOS INDIRECTOS	1,941	2,335	2,742	3,117	3,236
(=) UTILIDAD BRUTA	6,792	9,171	11,909	14,245	16,724
(-) COSTOS ADMINISTRACION	494	529	559	585	607
(-) COSTOS VENTA	90	96	100	106	110
(=) UTILIDAD OPERACION	6,208	8,546	11,250	13,554	16,007
(-) COSTOS FINANCIEROS	4,573	3,658	2,744	1,829	915
(=) UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	1,635	4,888	8,506	11,725	15,092
(-) I.S.R (34.5 %)	564	1,686	2,935	4,045	5,207
(-) P.T.U (10 %)	163	489	851	1,173	1,509
(=) UTILIDAD NETA	908	2,713	4,720	6,507	8,376
(+) DEPRECIACION Y AMORTIZACION	5,934	6,350	6,712	7,027	7,293
(-) PAGD A PRINCIPAL	3,369	3,369	3,369	3,369	3,369
(=) FLUJO NETO DE EFECTIVO	3,473	5,694	8,063	10,165	12,300

### 5.12 CALCULO DEL V.P.N Y DE LA T.J.R.

EL ESTUDIO DE EVALUACION ECONOMICA ES LA PARTE FINAL DE TODA SECUENCIA DE ANALISIS DE FACTIBILIDAD DE UN PROYECTO. HASTA ESTA ETAPA SE HAN CALCULADO COSTOS E INCLUSO UTILIDADES, PERO NO SE HA CUESTIONADO SOBRE LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO. EN ESTE CASO SE EVALUARAN DOS CRITERIOS:

1) VALOR PRESENTE NETO (VPN): QUE ES EL VALOR MONETARIO QUE RESULTA DE RESTAR LA SUMA DE LOS FLUJOS DESCONTADOS A LA INVERSION INICIAL.

CUANDO SE HACEN CALCULOS DE PASAR, EN FORMA EQUIVALENTE, DINERO DEL PRESENTE AL FUTURO, SE UTILIZA UNA "i" DE INTERES DE CRECIMIENTO DE DINERO; PERO CUANDO SE QUIERE PASAR CANTIDADES FUTURAS A PRESENTE, COMO EN ESTE CASO, SE UTILIZA UNA "TASA DE DESCUENTO", LLAMADA ASI PORQUE DESCUENTA EL VALOR DEL DINERO EN EL FUTURO A SU EQUIVALENTE EN EL PRESENTE, Y A LOS FLUJOS TRAJIDOS AL TIEMPO CERO SE LES LLAMA "FLUJOS DESCONTADOS".

EL OBJETIVO DE SUMAR LOS FLUJOS DESCONTADOS EN EL PRESENTE Y RESTAR LA INVERSION INICIAL EQUIVALE A COMPARAR TODAS LAS GANANCIAS ESPERADAS CONTRA TODOS LOS DESEMBOLSOS NECESARIOS PARA PRODUCIR ESAS GANANCIAS, EN TERMINOS DE SU VALOR EQUIVALENTE EN ESE MOMENTO. ES CLARO QUE PARA ACEPTAR UN PROYECTO LAS GANANCIAS DEBERAN SER MAYORES QUE LOS DESEMBOLSOS, LO CUAL DARA POR RESULTADO QUE EL "VPN" SEA MAYOR QUE CERO.

PARA CALCULAR EL VPN SE UTILIZA EL COSTO DE CAPITAL O LA TMAR.

EL VALOR PRESENTE NETO SE CALCULA COMO:

$$V.P.N. = -P + \frac{FNE 1}{(1+i)} + \frac{FNE 2}{(1+i)^2} + \frac{FNE 3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FNE n + VS_n}{(1+i)^n}$$

DONDE:

P = INVERSION, QUE EN ESTE CASO ES:

MONTO DE LA INVERSION FIJA	=	42,116,187.0 N\$
MONTO DEL FINANCIAMIENTO ( 40 % )	=	16,846,474.0
<hr/>		
CAPITAL PROPIO	=	25,269,713.0 N\$
VS = VALOR DE SALVAMENTO	=	17,166,000.0 N\$

i = TMAR = 27.1772

POR LO TANTO:

$$\begin{aligned}
 \text{V.P.N.} = & -25,270 + \frac{3,473}{(1 + 0.2718)} + \frac{5,694}{(1 + 0.2718)^2} + \frac{8,063}{(1 + 0.2718)^3} + \\
 & \frac{10,165}{(1 + 0.2718)^4} + \frac{12,300}{(1 + 0.2718)^5} + \frac{17,166}{(1 + 0.2718)^5}
 \end{aligned}$$

$$\text{V.P.N.} = -2,358$$

COMO ESTE VALOR ES NEGATIVO, SE RECHAZA QUE EL PROYECTO SE RENTABLE CON LAS CONDICIONES ESTABLECIDAS.

ES INTERESANTE CONOCER ¿ENTONCES CUAL ES LA TASA DE RENDIMIENTO PARA LA PROPUESTA?. PARA TAL EFECTO SE USARA EL CRITERIO DE LA "TASA INTERNA DE RETORNO", QUE ES LA TASA DE DESCUENTO QUE IGUALA LA SUMA DE LOS FLUJOS NETOS DE EFECTIVO A LA INVERSION INICIAL.

CALCULO DE LA TIR:

$$\begin{aligned}
 25,270 = & \frac{3,473}{(1 + i)} + \frac{5,694}{(1 + i)^2} + \frac{8,063}{(1 + i)^3} + \frac{10,165}{(1 + i)^4} + \\
 & \frac{29,466}{(1 + i)^5}
 \end{aligned}$$

PROBANDO POR PRUEBA Y ERROR, TENEMOS QUE:

$$i = 23.75 \quad \text{QUE ES MENOR QUE LA T.M.A.R CALCULADA}$$

ESTA TASA INTERNA DE RETORNO ES 3.3 PUNTOS MENOR QUE LA T.M.A.R PREVISTA, POR LO QUE A PRIMERA INSTANCIA SE RECHAZARIA EL PROYECTO, PUES CON EL PROGRAMA PREVISTO NO CUBRIRIA LAS TASAS DE RENDIMIENTO MINIMA PARA QUE AL INVERSIONISTA LE PARECIERA ATRACTIVO EL PROYECTO. MAS SIN EN CAMBIO LA DIFERENCIA DE 3.3 % PUDIERA NO SER MUY SIGNIFICATIVA EN CASO DE QUE LA INFLACION REAL EN LOS PROXIMOS CINCO AÑOS, FUERA MENOR A LA PRONOSTICADA.

## CONCLUSIONES

EN TERMINOS GENERALES SE CUMPLIERON LOS OBJETIVOS DEL TRABAJO, Y A PESAR DE HABERSE ENCONTRADO UN MERCADO POTENCIALMENTE ATRACTIVO, Y UNA TECNOLOGIA FACTIBLE; PARA ESTABLECER UN PROYECTO DE INVERSION PARA LA RE-REFINACION DE ACEITE LUBRICANTE AUTOMOTRIZ USADO. EL ANALISIS ECONOMICO REFLEJO QUE CON LAS CONSIDERACIONES ESTABLECIDAS, LOS CRITERIOS DE ACEPTACION COMO SON "VALOR PRESENTE NETO" Y " LA TASA INTERNA DE RETORNO", INDICAN QUE EL PROYECTO DE RE -REFINACION A TRAVES DEL PROCESO DEL "INSTITUTO FRANCES DEL PETROLEO" (IFP), NO ES RENTABLE.

SE HIZO UN ANALISIS DE SENSIBILIDAD EXTRA, UTILIZANDO COMO VARIABLE EL PRECIO DEL PRODUCTO; ACEITE RE -REFINADO BASICO. Y SE ENCONTRO QUE EL PROYECTO DE INVERSION SE TRANSFORMABA RENTABLE , CUANDO EL PRECIO DE VENTA DEL BASICO RE -REFINADO IGUALA AL PRECIO DE VENTA DEL BASICO DE IMPORTACION.

ESTO IMPLICA AHORA VALORAR LAS VENTAJAS DE CONVERTIRSE MERAMENTE EN UN IMPORTADOR Y MEZCLADOR DE ACEITES, CON TODOS LOS RIESGOS INHERENTES QUE IMPLICA, COMO SON ; IMPUESTOS DE IMPORTACION, FLETES, RESTRICCIONES DE CANTIDADES A IMPORTAR, CALIDAD DEL PRODUCTO, ETC.

CONTRA EL RIESGO DE PRODUCIR EL ACEITE BASICO RE - REFINADO AL MISMO COSTO DE IMPORTACION, CON VENTAJAS DE BAJO COSTO Y BUENA DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA, UNA DEMANDA CRECIENTE, ETC.

LO QUE SI ESTA CLARO ES QUE EL USO INDISCRIMADO DE PRODUCTOS NO RENOVABLES Y LA CRECIENTE CONTAMINACION AMBIENTAL, OBLIGAN A TOMAR MEDIDAS PREVENTIVAS Y EN ALGUNOS CASOS CORRECTIVAS. MOTIVO POR EL CUAL TOCA A TODOS LOS MEXICANOS TOMAR CONCIENCIA DE TALES PROBLEMAS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION.

Y ES PRECISAMENTE AL INGENIERO QUIMICO A QUIEN LE CORRESPONDE UNA GRAN RESPONSABILIDAD, PARA QUE CON SU TRABAJO Y CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS COADYUVE A LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCION.

**" POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU "**

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

1.-MANUAL DE LUBRICANTES PEMEX  
EDICION 1971  
BIBLIOTECA DEL I.M.P.

2.-DIARIO OFICIAL  
LUNES 22 DE OCTUBRE DE 1990  
PAG. 19 A 25.

3.-PROPANE CLARIFICATION AIDS LUBE OIL RECLAMATION  
FEBRERO 21, 1972  
CHEMICAL ENGINEERING

4.-WHAT LUBE OIL PROCESSES TO USE  
DICIEMBRE 1974  
HYDROCARBON PROCESSING

5.-WASTE LUBRICATING OIL RESEARCH  
AN INVESTIGATION OD SEVERAL RE-REFINING METHODS  
M.L. WHISMAN, J.W. GOETTZINGER AND F.O. COTTON.

6.-OIL RE-REFINING ROUTE IS SET FOR TWO PLANTS  
REGINALD I. BERRY  
CHEMICAL ENGINEERING  
OCTUBRE 1981

7.-NEW TECHNOLOGY REVITALIZES WASTE-LUBE-OIL REREFINING.  
CHEMICAL ENGINEERING  
JULIO 22, 1974

8.-RE-REFINING MAKES QUALITY OILS.  
HYDROCARBON PROCESSING.  
OCTUBRE 1973.

9.-RE-REFINING WASTE OIL WITH PROP.  
HYDROCARBON PROCESSING  
SEPTIEMBRE 1979

10.--RE-REFINING SCHEMES COMPARED  
HYDROCARBON PROCESSING  
DICIEMBRE 1974.

11.--REREFINING WASTE OIL  
CHEMICAL ENGINEERING  
ABRIL 23, 1979

12.--SPENT OIL RECLAIMED WITHOUT ACID.  
HYDROCARBON PROCESSING  
DICIEMBRE 1976

13.--RE-REFINING ADDS FURFURAL STAGE  
HYDROCARBON PROCESSING  
AGOSTO 1976

14.--WASTE LUBRICATING OIL RESEARCH  
SOME INNOVATE APPROACHES TO RECLAIMING USED CRANKCASE OIL  
UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR

15.--ANALYSIS OF 30 USED MOTOR OILS  
HYDROCARBON PROCESSING  
SEPTIEMBRE 1977

16.--NEW RE-REFINING TECHNOLOGIES OF THE WESTERN WORLD  
LUBRICATION ENGINEERING  
MAYO 1979

17.--RE-REFINING USES PROPANE TREAT  
HYDROCARBON PROCESSING  
ABRIL 1974

18.--A COMPARATIVE EVALUATION OF NEW, USED, AND REREFINED LUBRICATING  
OILS  
THE OIL AND GAS JOURNAL  
MARZO 3, 1975



19.-TO HYDROTREAT WASTE LUBE OIL  
HYDROCARBON PROCESSING  
SEPTEMBER 1973

20.- EVALUACION DE PROYECTOS  
G.BACA URBINA  
ED.MC.GRAW HILL.

21.- CAPITAL COST ESTIMATING.  
K.M. GUTHRIE,W.L.GRACE AND Co.