



5
205
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ZARAGOZA

ANALISIS TECNICO-ECONOMICO DE
LA INDUSTRIA NACIONAL DE REFINACION.

TESIS MANCOMUNADA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE;
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A N

FRANCISCO FIGUEROA DELGADO
ALFREDO ALEJANDRO MARTINEZ ALCANTARA
JUAN CARLOS NUÑEZ CALDERON



MEXICO, D. F.

1990

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ZARAGOZA

CARRERA

INGENIERIA QUIMICA

TESIS

"ANALISIS TECNICO-ECONOMICO DE LA INDUSTRIA NACIONAL DE REFINACION"

C O N T E N I D O

INTRODUCCION Y OBJETIVOS

CAPITULO I. GENERALIDADES DEL PETROLEO

1.1	¿QUE ES EL PETROLEO?.....	9
1.2	CARACTERISTICAS DEL PETROLEO	11
1.3	CLASIFICACION	13
1.4	¿QUE ES LA REFINACION?	15

CAPITULO II. LA INDUSTRIA NACIONAL DE REFINACION.

2.1	FORMACION DE PETROLEOS MEXICANOS	21
2.2	LAS REFINERIAS EN MEXICO	22
2.2.1	REFINERIAS DE MADERO	24
2.2.2	REFINERIA DE MINATITLAN	25
2.2.3	REFINERIA DE AZCAPOTZALCO	28
2.2.4	REFINERIA DE POZA RICA	30
2.2.5	REFINERIA DE SALAMANCA	30
2.2.6	REFINERIA DE REYNOSA	33
2.2.7	REFINERIA DE TULA	33
2.2.8	REFINERIA DE CADEREYTA	35
2.2.9	REFINERIA DE SALINA CRUZ	37

2.3	ANALISIS ESTRUCTURAL DE LAS REFINERIAS	42
-----	--	----

CAPITULO III. PRODUCCION DE PETROLIFEROS Y EL MERCADO INTERNO.

3.1	RELACION CARGA-PRODUCTO DE LAS REFINERIAS	49
3.2	COMPORTAMIENTO DEL MERCADO DE PETROLIFEROS	57

CAPITULO IV. DESARROLLO TECNOLOGICO DE LA INDUSTRIA NACIONAL DE
REFINACION.

4.1	ANALISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DESARROLLO TECNOLOGICO	72
4.2	LA TECNOLOGIA EN LA INDUSTRIA PETROLERA	85
4.3	LA DESINTEGRACION CATALITICA EN PEMEX Y SU AVANCE	88
4.3.1.	AMPLIACIONES Y MODIFICACIONES	97

CAPITULO V. FACTORES QUE AFECTAN EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA
PETROLERA NACIONAL.

5.1	TECNOLOGIA Y POLITICAS DE DESARROLLO ECONOMICO	105
5.2	EL DESARROLLO TECNOLOGICO DE MEXICO	106
5.3	FACTORES CONDICIONANTES DEL DESARROLLO TECNOLOGICO	111

CAPITULO VI. DIAGNOSTICO DE LA INDUSTRIA DE REFINACION.

6.1	POSICION DE PEMEX EN LOS MERCADOS DE PRODUCTOS PETROLIFEROS.	115
6.2	DIAGNOSTICO.	121
6.3	DEBILIDADES, FORTALEZAS, VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE PETROLEOS MEXICANOS.	128
	CONCLUSIONES.	133

APENDICE A

	DIAGRAMAS BASICOS DE PROCESO.	136
--	------------------------------------	-----

APENDICE B

	LISTA DE CUADROS.	162
	LISTA DE TABLAS.	163
	LISTA DE GRAFICAS.	164
	LISTA DE FIGURAS.	165
	LISTA DE DIAGRAMAS.	166
	BIBLIOGRAFIA.	167

INTRODUCCION Y OBJETIVOS

Para la industria petrolera mexicana tiene importancia fundamental el desarrollo armónico de tecnología propia, productividad, modernización y comercialización de sus productos.

Cabe hacer notar que de todas las ramas involucradas en esta industria, la de refinación es fundamentalmente la más importante en lo que se refiere a productos terminados, dado que se trata del primer paso en el proceso de transformación del petróleo. La mayor parte de los petrolíferos que son obtenidos en esta etapa, tienen una aplicación directa sin necesidad de ser sometidos a transformaciones posteriores.

Por otra parte, la economía de nuestro país depende fundamentalmente de sus recursos petroleros, es decir, de la exportación de crudo y de gran cantidad de productos petrolíferos terminados. Todo esto, nos lleva a tratar de encontrar cual es la interrelación que se establece entre los aspectos técnicos y económicos que intervienen en el desarrollo de nuestra industria petrolera, específicamente en el proceso de refinación.

México se ha colocado dentro de los primeros 12 lugares del mundo en lo que a refinación se refiere, gracias a la operación de un amplio sistema de refinerías que consta de 9 complejos industriales ubicados en el territorio nacional.

Las refinerías del sistema nacional procesaron un promedio diario de 1'411,461 BDC de crudo fresco y condensados del gas, durante 1988.

México tiene una creciente participación en el Mercado Internacional de petrolíferos. Por primera vez en la historia del país (1984) se comenzó a exportar gasolina, turbosina y diesel, lo que ha venido incidiendo en la balanza comercial de manera favorable en 610.4 millones de dólares.

Pero antes que otra cosa, la producción está orientada a satisfacer el consumo de la población nacional. Y es por esto que se ha propuesto ampliar la capacidad de refinación, mediante un programa de expansión y modernización de las refinerías, que eleva el nivel de utilización y mejora la eficiencia del sistema.

Los estados del país, casi en su totalidad, se encuentran incorporados al proceso productivo. Veracruz, Hidalgo, Oaxaca, Tabasco, Guanajuato, Tamaulipas, y la propia Ciudad de México, por nombrar sólo algunos, mantienen en plena operación instalaciones que hacen posible, mediante tecnología mexicana, la conversión del petróleo crudo en productos indispensables para la vida moderna.

Entre los principales petrolíferos que se obtienen mediante el proceso de refinación están: gas licuado, gasolinas, turbosinas, kerosinas, diesel, combustóleos, asfalto, lubricantes, parafinas y grasa, el resto de los productos normalmente son utilizados como alimentación de las plantas petroquímicas.

De acuerdo a lo anterior los objetivos que se persiguen en este trabajo son:

- a) Describir el proceso de refinación del petróleo, desde su alimentación a las plantas refinadoras hasta la obtención de sus productos.

- b) Analizar la tecnología de los principales procesos de conversión del crudo.
- c) Determinar el impacto económico de la posición competitiva de Pemex en el mercado externo, y la satisfacción de la demanda nacional en cuanto al área de refinación.

C A P I T U L O I
GENERALIDADES DEL PETROLEO

CAPITULO I

La actividad de refinación presentó en la década pasada un crecimiento importante tanto en México, como en los principales países desarrollados; en México se ha mantenido este crecimiento por lo cual la refinación ha llegado a constituir un papel de vital importancia en nuestro país, así pues, retomando el valor que implica esta actividad, se mostrará un panorama general para entender lo que implica todo el proceso de refinación, desde la alimentación (petróleo), hasta la refinación propiamente hablando.

Comenzando por tratar el petróleo:

1.1 ¿Qué es el petróleo?

Etimología: la palabra petróleo, castellanizada del latín petroleum, (petra-piedra y oleum-aceite), significa aceite de piedra.

El vocablo chapopote o chapapote es castellanizado de la palabra náhuatl chapopoctli, de cháhuatl-grasa y poctli-humo.

Definición: El petróleo es una mezcla de hidrocarburos, es decir es básicamente una combinación de carbono e hidrógeno.

El petróleo corresponde a un grupo de sustancias bituminosas muy abundantes en la naturaleza, que se encuentran en muy variadas formas y reciben diversas denominaciones como petróleo en bruto, aceite de piedra, nafta, asfalto, o bien se halla mezclado con materias minerales, como ocurre en las pizarras bituminosas.

Al analizar petróleo de procedencias diversas, de manera general puede decirse que lo forman los siguientes elementos químicos:

Carbono: de 76 a 86 por ciento

Hidrógeno: de 19 a 14 por ciento

Existen diversas teorías acerca de la formación del petróleo de las cuales la teoría más aceptada sobre su origen, es la orgánica, la cual atribuye la formación del mismo a la descomposición de materia orgánica vegetal y animal, sepultada por movimientos geológicos entre capas de roca, generalmente esponjosas, que forman trampas en las que se encuentran atrapados gases, petróleo y agua.

El petróleo puede pasar a través de terrenos porosos por capilaridad y ser impulsados por diferentes presiones. Cuando el petróleo se halla donde se originó se dice que la formación es primaria y cuando procede de otro lugar, secundaria.

Los hidrocarburos presentes van desde el metano con un carbono, etano con dos, propano con tres, hasta moléculas con cientos de estos átomos eslabonados unos con otros.

En adición a los hidrocarburos hay otros compuestos que contienen pequeñas cantidades de azufre, oxígeno y nitrógeno. En proporciones muy inferiores hay compuestos que tienen combinados metales pesados como el hierro, el níquel y vanadio, que aunque son de escasa importancia en porcentaje en peso, son muy significativos para los procesos en la refinación de crudo.

Dado que los hidrocarburos presentes en el petróleo son de una estructura molecular muy variada y compleja es posible obtener del petróleo gran número de productos diferentes.

Se puede decir que el petróleo es una mezcla de hidrocarburos.

1.2 Características del Petróleo.

Las tan diversas condiciones para la formación del petróleo (composición inicial, edad, presión, temperatura) difícilmente podrían haberse conjuntado en forma repetida, por lo que existen diferencias de un yacimiento a otro.

El petróleo no se encuentra distribuido uniformemente en las capas del subsuelo; es necesario que concurren cuatro condiciones para dar lugar a un yacimiento donde se acumule petróleo y gas:

- 1.- Una roca almacenadora, que debe ser permeable, en forma tal, que bajo presión, el petróleo pueda moverse a través de sus poros de tamaño microscópico.
- 2.- Una roca impermeable, que evita que el petróleo escape hacia la superficie.
- 3.- El yacimiento debe tener forma de "trampa", es decir, que las rocas impermeables se encuentren dispuestas en tal forma que el petróleo no pueda moverse hacia los lados.
- 4.- Deben existir rocas generadoras, cuyo contenido de materia orgánica se haya convertido en petróleo por el efecto de la presión y la temperatura.

Las rocas almacenadoras en que se ha encontrado petróleo, son de muy diversas edades geológicas. En el siguiente cuadro se muestra la edad geológica de las rocas productoras. (Cuadro 1.1)

CUADRO 1.1

EDAD GEOLOGICA DE LAS ROCAS PRODUCTORAS.

<u>ERA</u>	<u>PERIODO</u>	<u>PAIS</u>
CENOZOICA	TERCIARIO	Colombia, Ecuador, E.U., Irán, Francia, Irak, México, Perú - Rumania, Trinidad, Venezuela y URSS.
	CRETACICO	Alemania, Argentina, Egipto, - E.U., Medio Oriente, México, - URSS.
MESOZOICA	JURASICO	Alemania, E.U., URSS, México.
	TRIASICO	Alemania,
	PERMICO	Alemania, E.U., URSS.
	CARBONIFERO	Canadá, E.U., URSS.
PELEOZOICA	DEVONICO	Canadá, E.U., URSS.
	SILURICO	E.U.
	ORDOVICICO	E.U.
	CAMBRICO	E.U.

1.3 Clasificación:

En nuestro país, los petróleos crudos se clasifican y manejan en grandes grupos; ligeros, cuya corriente más importante es el Istmo y pesados como es el Maya. (Ver cuadro 1.2)

El crudo ligero se caracteriza por su alto rendimiento de destilados (gas, gasolina, turbosina, kerosina, diesel y gasóleo de vacío) y por su bajo contenido de carbón residual. El contenido de metales es bajo (24 ppm. de Ni más V). La recuperación de destilados atmosféricos es buena (66% vol.), los destilados de vacío representan 11% vol. del crudo.

El crudo pesado Maya, se obtiene de los pozos localizados en la sonda de Campeche. Este crudo ofrece pequeñas cantidades de destilados y grandes cantidades de residuales, azufre y metales pesados, azufre (3.0% peso) y metales (320 ppm. de Ni más V). La recuperación de destilados de vacío son aproximadamente 10% del crudo.

La mayor producción de crudo proviene del área de Chiapas y Tabasco, siendo ésta la razón por lo que se le denomina como crudo Istmo.

CUADRO 1.2

PROPIEDADES PRINCIPALES DE LOS CRUDOS

	CRETACICO ZONA SUR (ISTMO)	CAMPECHE (MAYA)
Densidad API	33.0	22.1
Azufre, % peso	1.7	3.0
Temp. de escurrimiento, °C	-16	-30
Visc. U.S. a 37.8 °C, Seg.	49	358
Carbón % peso	3.5	10.3
Presión de vapor, PSI	5.6	5.1
Sal, LB/1000 B	57	3
Factor de caracterización (KUOP)	11.7	11.65
Níquel PPM	3.0	47.9
Vanadio, PPM	21.1	269.5

Una de las propiedades físicas más representativas para la caracterización de los diferentes tipos de petróleo crudo es su densidad relativa o grados API (American Petroleum Institute), las cuales son expresiones de la densidad o peso en unidades de volumen de material.

La densidad relativa es la relación entre el peso de una unidad de volumen de aceite y el peso del mismo volumen de agua.

Los grados API es la medida más comunmente aceptada en la Industria Petrolera Internacional para determinar la calidad y características del Petróleo crudo.

Esta medida API permite clasificar el petróleo crudo como ligero o pesado lo cual es indicativo de los rendimientos esperados de productos (ligeros o pesados) que pueden obtenerse al separar los diferentes componentes de hidrocarburos de la mezcla original.

$$^{\circ} \text{API} = \frac{141.5}{\text{Densidad Relativa}} - 131.5$$

Los nombres que reciben los diferentes tipos de petróleo crudo, son circunstanciales y se dan, ya sea por el lugar en que se localizan los pozos (Arenque, Tamaulipas, Cactus, Zamaria); o por la edad geológica del estrato en que se encuentra (Terciario, Mesozoico, Cretácico); o por los compuestos predominantes (Parafinas, Nafténicos, Aromáticos).

1.4 ¿Qué es la refinación?

La refinación es la actividad industrial que transforma el petróleo crudo y los líquidos extraídos del gas natural en:

- A) Combustibles para uso doméstico, el transporte y la industria.
- B) Productos lubricantes, solventes, parafinas, grasas y asfaltos.
- C) Materias primas para la industria petroquímica.

La refinación del petróleo consta de cuatro procesos básicos: separación física (destilación), conversión, purificación y mezclado.

El procedimiento de separación física se lleva a cabo en plantas de destilación y consiste en segregar los diferentes hidrocarburos presentes en la mezcla original, aprovechando sus diferentes temperaturas de ebullición.

La conversión consta de diversos procesos encaminados a cambiar la estructura de algunos de los compuestos obtenidos en la destilación primaria (gasolina, gasóleo y residuos) con el fin de obtener productos de mayor utilidad.

Los principales procesos de conversión son los siguientes: desintegración térmica, desintegración catalítica, reformación catalítica, isomerización y alquilación.

Básicamente consiste en una modificación de la estructura molecular ya sea por rompimiento de cadenas largas de hidrocarburos en cadenas más cortas, que den lugar a hidrocarburos más ligeros, o por el reacomodo de dichas estructuras para modificar sus características.

La purificación se lleva a cabo principalmente en las plantas hidrodesulfuradoras, endulzadoras y estabilizadoras, la cual consiste en eliminar los contaminantes y las impurezas presentes en los productos, - así como también ajustar sus características a las especificadas para productos intermedios.

El mezclado es la última etapa del proceso de refinación; en el se - ajustan los productos a sus especificaciones comerciales para su distribución y venta. (Ver Diagrama 1.1)

De las refinerías y las plantas de tratamiento se obtienen diversos - productos que se distribuyen por todos los medios de transporte como son: poliductos, buquestanques, autotanques, carrotanques, por tambores, enlatados, etc.

Aunque el número de productos que se pueden obtener del petróleo es su mamente grande y cada día se va extendiendo más y más, se considerarán los fundamentales, es decir, los que se obtienen de la destilación pri maria del petróleo crudo: gases, gasolinas, kerosinas, turbosinas, gasóleos, aceites lubricantes y residuos. (Ver Diagrama 1.2)

Gases: Hidrocarburos gaseosos a temperatura ambiente y que generalmente se utilizan como materia prima para productos petroquímicos y como - combustibles. Se encuentran parafinas y oleofinas desde el metano hasta los butanos.

DIAGRAMA 1.1
PROCESOS BASICOS DE LA REFINACION DEL PETROLEO

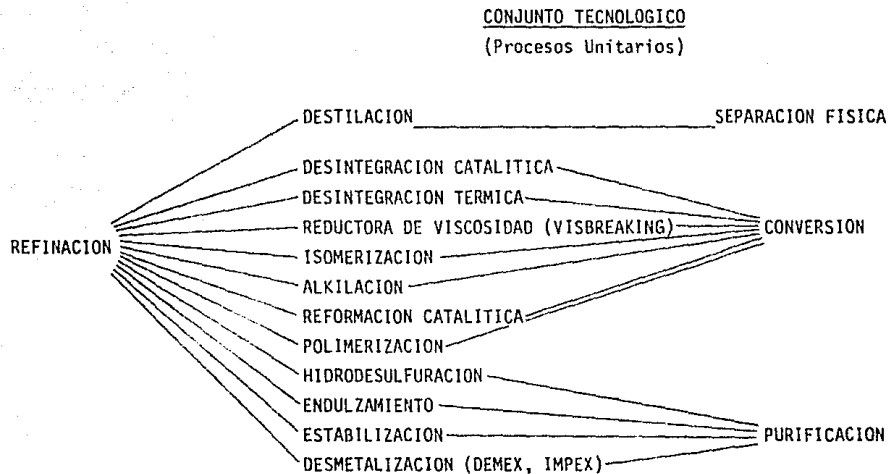
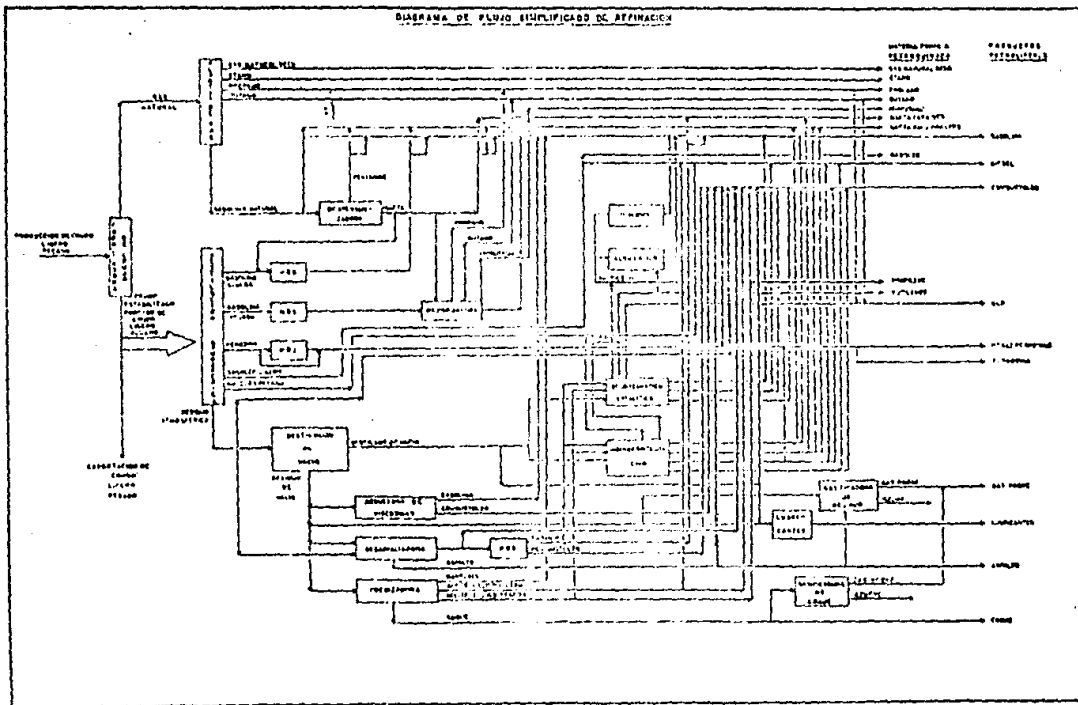


DIAGRAMA 1.2



Gasolina: Hidrocarburos líquidos a temperatura ambiente con punto de ebullición menor de 250°C ., comprende los hidrocarburos parafínicos desde el pentano hasta el dodecano y los olefínicos y nafténicos que caen dentro de este límite de punto de ebullición.

Kerosina: Hidrocarburos líquidos que destilan entre 205°C . y 300°C ., sus hidrocarburos más bajos son el nonano y el decano y el más alto el octadecano.

Turbosinas: Hidrocarburos que destilan entre 150°C y 288°C . Cuando se obtienen éstas, generalmente no se obtienen kerosinas.

Gasóleos: Destilados obtenidos entre las kerosinas y los aceites lubricantes, se utiliza este corte de la producción, como carga para la planta de desintegración catalítica.

Residuos: Materia no volátil que queda después de la destilación.

Todos estos destilados obtenidos del petróleo crudo son sometidos a diferentes operaciones que los hacen aptos para su aplicación industrial. Estas operaciones varían de acuerdo a la carga y la finalidad que tengan.

CAPITULO II

LA INDUSTRIA NACIONAL DE REFINACION

C A P Í T U L O I I

En el presente capítulo se hace una descripción general, del surgimiento y desarrollo de la industria nacional de refinación, como consecuencia de la expropiación petrolera del 18 de Marzo de 1938, con el objeto de caracterizar esta industria desde un punto de vista de la tecnología de procesos, capacidad de destilación primaria, así como de los productos finales obtenidos para satisfacer la demanda interna y excedentes para exportación.

La información de este capítulo es de gran importancia para la elaboración del análisis técnico-económico que se vera más adelante.

En este capítulo se da una breve reseña histórica de la formación de Petróleos Mexicanos, una descripción general de las refinerías de México y finalmente se hace un análisis estructural de dichas refinerías.

2.1 FORMACION DE PETROLEOS MEXICANOS.

Desde finales del siglo pasado y hasta las primeras décadas de éste el petróleo de México estaba en manos de compañías extranjeras que entraron al país durante el gobierno de Porfirio Díaz, para poder explotarlo libremente como lo demuestra la ley del petróleo decretada por el congreso de la unión en 1901.

Esto trajo como consecuencia problemas laborales y económicos, principalmente, teniendo como resultado el decreto de expropiación petrolera del 18 de Marzo de 1938, por causas de utilidad pública y a favor de la nación.

Las compañías expropiadas boicotearon el mercado para la adquisición de refacciones, además de que no había personal con suficientes conocimientos técnicos para poder operar las refinerías. Muchas de las herramientas y refacciones fueron fabricadas artesanalmente.

Los ingenieros y los obreros más experimentados que trabajaban en las plantas de proceso antes de la expropiación, capacitaron al personal para poder ponerlas en operación nuevamente. Tuvieron que hacerse muchos ajustes y adaptaciones con los escasos recursos con los que se contaba en aquél entonces.

Este tipo de problemas existentes en todas las plantas del país aunados a la situación política interna, fueron factores que provocaron el surgimiento de un organismo que centralizará el 100% de la Industria Petrolera Nacional, siendo fundado el 7 de Junio de 1938 con el nombre de Petróleos Mexicanos y el 8 de Agosto de 1940 la Distribuidora de Petróleos Mexicanos y los bienes de la administración general del petróleo nacional, por decreto presidencial, pasan a formar parte directa de Petróleos Mexicanos.

Es bajo este marco histórico en el que da inicio la Industria Petrolera en México.

2.2 LAS REFINERIAS EN MEXICO.

Es después de la expropiación petrolera cuando realmente surge la industria de refinación en nuestro país, al nacer Petróleos Mexicanos en 1938, el país contaba con seis refinerías con capacidad instalada total de 102,000 BPD de destilación primaria y 12,000 BPD en desintegración térmica.

Estas refinerías eran sencillas pero suficientes para obtener los productos necesarios, pues los trabajos efectuados pronto lograron el crecimiento de la Industria Petrolera Nacional, empezando por la

localización de los primeros pozos y en seguida la construcción de sus primeros grandes centros de refinación.

El 20 de Noviembre de 1946 se inauguró con el nombre de 18 de Marzo, la nueva refinería de Azcapotzalco, de 50,000 B/D de capacidad de proceso y el oleoducto de Poza Rica-Azcapotzalco con una capacidad de transporte de 37,000 BLS. diarios y una inversión conjunta de 124 millones de pesos.

El 30 de Julio de 1950 se puso en servicio la refinería de Salamanca, Gto., con capacidad de destilación de 30,000 B/D de petróleo crudo con una inversión de 37 millones de dólares. Posteriormente en Enero de 1951 se inauguró la planta de lubricantes y parafinas con una capacidad de 2,400 BLS., y 100 T/D respectivamente, para éllo se requirió de una inversión de 310 millones de pesos.

El 12 de Abril de 1955 entraron en función las ampliaciones de las plantas del campo de Poza Rica, Ver., con una inversión de 246.5 millones de pesos.

El 19 de Diciembre de 1955 se puso en servicio la planta de absorción de Reynosa, con capacidad de tratamiento de 310 millones de pies cubicos de gas para obtener 8,000 B/D de productos, con un costo de la obra de 100 millones de pesos.

El 22 de Febrero de 1956 se inauguró la nueva refinería de Minatitlán con capacidad de 50,000 B/D, incluyendo la primera planta de desintegración catalítica en la república. El costo de las obras ascendieron a 154.8 millones de pesos.

El 18 de Marzo de 1976 se inauguró la refinería "Miguel Hidalgo", habiéndose iniciado su construcción en 1972 en terrenos de los municipios de Tula y Atitalaquía, del Estado de Hidalgo, con una capacidad combinada de 150,000 BPD.

La operación de la refinería de Cadereyta se alcanzó en tres etapas, la primera en 1975, la segunda en 1978, y con la tercera etapa se concluye, poniendo en operación todas las unidades que integran el complejo habiendo quedado terminado en 1981, con una capacidad de 235,000 BPD.

En Abril de 1979 a 5 km. al N.E. de la población de Salina Cruz, Oaxaca fué puesta en operación la refinería "Antonio Dovalí Jaime" con una capacidad de 165,000 BPD.

A continuación se describen cada una de las nueve refinerías del país. Todas ellas fueron creadas para cubrir los siguientes objetivos.

- Ayudar a cubrir demanda interna de energéticos.
- Crear polos de desarrollo industrial en zonas de bajo ingreso económico y tradicionalmente agrícolas.
- Iniciar la participación en la exportación de excedentes en el mercado Internacional.

2.2.1 REFINERIA DE MADERO.

El conjunto Industrial de Madero, se localiza en el puerto sureño Tamulipeco del mismo nombre, en el declive norte del Golfo de México. El inicio de operaciones de este centro de refinación, data desde finales del siglo pasado y debido a los programas de modernización y mantenimiento, actualmente tiene una capacidad de producción de 196 mil barriles de crudo por día.

Esta refinería, ubicada junto a la terminal marítima, planta de distribución y dique seco de Ciudad Madero, es uno de los nueve centros industriales más grandes del Sistema Nacional de Refinación y se constituye al igual que Cadereyta y Salina Cruz, en un punto estratégico de exportación de productos petrolíferos.

Madero es también, junto con Cadereyta, importante centro de distribución de energéticos para la Zona Norte del País. Actualmente cuenta con 21 plantas de operación, que le permiten 35 mil barriles diarios de gasolinas de alto octanaje, gas y todo tipo de petrolíferos, además de algunos petroquímicos. (Ver tabla 2.2.1.1)

Para la distribución y comercialización de los productos elaborados, si se van a exportar se cuenta con llenaderas en los muelles para los buques-tanque; y para la distribución por la vía terrestre se lleva a cabo por medio de poliductos, carros-tanque y autos-tanque dentro de su zona de influencia. Para el almacenamiento de los petrolíferos producidos se tiene una gran capacidad de almacenamiento, dado que se cuenta con una gran cantidad de tanques de almacenamiento. La zona de influencia de la refinería es: la zona 3.- Zona Noroeste (Ver mapa 2.1).

2.2.2 REFINERIA MINATITLAN.

La refinería "Gral. Lázaro Cárdenas del Río" se encuentra localizada dentro del municipio de Minatitlán, Veracruz, cuenta con una superficie de 200 Ha. que están ubicadas en la margen izquierda del Río Coatzacoalcos.

Este centro inició sus labores en el año de 1906 bajo la administración de la Compañía Inglesa "El Aguila", en 1954 es cuando comienza prácticamente la era moderna de la refinería; las antiguas instalaciones son desmanteladas y se inicia la construcción de nuevas unidades de proceso con mayor capacidad utilizando todos los avances tecnológicos de su tiempo y acorde con la demanda nacional de energéticos. Como resultado de la citada expansión, la refinería actualmente está integrada por 29 plantas. (Ver tabla 2.2.2.1).

TABLA 2.2.1.1

PRINCIPALES PLANTAS DE REFINACION EN OPERACION

REFINERIA MADERO, TAMP.

PLANTA	CAPACIDAD NOMINAL (BARRILES POR DIA)
DESTILACION PRIMARIA MA	65 000
DESTILACION PRIMARIA MB	65 000
DESTILACION PRIMARIA Y SECUNDARIA BA	52 000
DESTILACION PRIMARIA Y SECUNDARIA MF	13 000
DESTILACION AL VACIO MI	50 000
REDUCTORA DE VISCOSIDAD	8 000
FRACCIONADORA DE GASES Y GASOLINAS	20 000
DESINTEGRACION CATALITICA FCC	43 000
COQUIZADORA	9 000
HIDRODESULFURADORA DE GASOLINAS U-600	15 000
HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS U-500	12 000
HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS U-501	25 000
DESASFALTADORA CON PROPANO DEMEX	35 000
REFORMADORA CATALITICA DE GASOLINAS U-700	15 000
ALQUILACION CON ACIDO FLUORHIDRICO	3 000 *
GENERADORA DE HIDROGENO	10 MMPCD
MEZCLADO DE ASFALTO	6 000
PREPARADORA DE CARGA DE BUTADIENO	43 MMPCD
GRASAS	40 t/d
POLIMERIZACION	420
IMPEX	3 000

* CAPACIDAD DE PRODUCCION.

TABLA 2.2.2.1

PRINCIPALES PLANTAS DE REFINACION EN OPERACION

REFINERIA MINATITLAN, VER.

PLANTA	CAPACIDAD NOMINAL (BARRILES POR DIA)
DESTILACION PRIMARIA No. 1	29 000
DESTILACION PRIMARIA No. 2	29 000
DESTILACION PRIMARIA No. 3	76 000
DESTILACION PRIMARIA Y SECUNDARIA No. 4	6 000
DESTILACION PRIMARIA Y SECUNDARIA No. 5	60 000
DESTILACION AL VACIO No. 1	28 000
DESTILACION SECUNDARIA No. 3	25 000
FRACCIONADORA DE GASOLINA NATURAL	70 000
HIDRODESULFURADORA DE GASOLINA U-1700 HDG	15 000
HIDRODESULFURADORA DE KEROSINAS U-1800 HDK	12 000
HIDRODESULFURADORA DE DIESEL U-1900 HDD	12 000
REFORMADORA CATALITICA DE GASOLINA RNP-1	8 000
DESINTEGRACION CATALITICA FCC	24 000
DESINTEGRACION CATALITICA TCC	16 000
POLIMERIZACION CATALITICA	600 *
HIDRODESULFURADORA DE NAFTA U-400	25 000
HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS U-100 HDI	25 000
REFORMADORA CATALITICA DE NAFTA PESADA U-500	20 000
REFORMADORA CATALITICA BTX	20 000
TRATADORA Y FRACCIONADORA DE HIDROCARBUROS U-600	22 000

* CAPACIDAD DE PRODUCCION.

Esta refinería cuenta con una capacidad de destilación primaria de 270,000 B/D.

Los productos elaborados por la refinería son distribuidos dentro de su zona de influencia a través de poliductos carros-tanque, autos-tanque, barcos y chalanes.

El principal medio de transporte para desalojar el 90% de la producción se hace utilizando los poliductos hacia los centros de distribución o terminales como son: Edo. de México, Distrito Federal; Terminal Marítima de Pajaritos y Salina Cruz.

La zona de influencia de la refinería se ha dividido en:

Zona V, Zona Central, Zona Sureste y Zona Noroeste. (Ver mapa 2.1)

2.2.3 REFINERIA DE AZCAPOTZALCO.

La refinería "18 de Marzo" se encuentra localizada al Noroeste de la Ciudad de México, D.F., con una superficie de 174 hectáreas.

Este centro inicio sus operaciones en el año de 1933 con una capacidad de 7,500 BPD la cual se incremento a 12,500 BPD en 1936; en 1946 comenzo la etapa de modernización al ser desmanteladas las antiguas instalaciones y se construyó una nueva refinería con una capacidad de 40,000 BPD, actualmente cuenta con 14 unidades de proceso con una capacidad de 105,000 BPD. (Ver tabla 2.2.3.1).

Debido al problema de congestionamiento de vehiculos en la Ciudad de México, se han instalado además de la localizada en la refinería, terminales de distribución de productos en zonas estratégicamente localizadas en la ciudad; siendo éstas la de Sn. Juan Ixhuatpec que actualmente ya no está en operación, para la entrega de gas licuado, las de Añil y Barranca del Muerto, al oriente y al poniente de la ciudad respectivamente.

TABLA 2.2.3.1

PRINCIPALES PLANTAS DE REFINACION EN OPERACION

REFINERIA "18 DE MARZO" AZCAPOTZALCO, D.F.

PLANTA	CAPACIDAD NOMINAL (BARRILES POR DIA)
DESTILACION PRIMARIA No. 1	38 000
DESTILACION PRIMARIA No. 2	67 000
DESTILACION AL VACIO	48 000
REDUCTORA DE VISCOSIDAD	20 000
DESINTEGRACION CATALITICA FCC	24 000
DESULFURADORA CATALITICA PERCO No. 1	12 000
DESULFURADORA CATALITICA PERCO No. 2	12 000
ALQUILACION CON ACIDO FLUORHIDRICO	3 000 *
FRACCIONADORA DE GASES Y GASOLINA	6 000
TRATAMIENTO DE TURBOSINA	7 000

* CAPACIDAD DE PRODUCCION.

La zona de influencia de la refinería es:

Zona I.- Zona Centro (Ver mapa 2.1).

2.2.4 REFINERIA DE POZA RICA.

El centro Industrial de Poza Rica, Ver., se encuentra localizado en la zona urbana de la ciudad y al este del Río Cazones, con una superficie de 90 hectáreas. En el período de 1933 a 1935, fueron instaladas 5 plantas de proceso las cuales fueron dadas de baja después de la expropiación.

En 1947 se inicia la etapa de modernización de la refinería alcanzando en 1984 una capacidad de 54,000 BPD, actualmente cuenta con 7 plantas de proceso con una capacidad total de 72,000 BPD (Ver tabla 2.2.4.1).

Los productos elaborados por la refinería son distribuidos dentro de su zona de influencia.

La zona de influencia de la refinería es:

Zona I.- Zona Centro (Ver mapa 2.1)

2.2.5 REFINERIA DE SALAMANCA.

La refinería "Ing. Antonio M. Amor" se localiza en Salamanca, Gto. sobre una superficie de 373.6 hectáreas. Este centro inicia sus operaciones el 30 de Julio de 1950 con una capacidad de 30,000 BPD, durante el transcurso de los últimos años se han realizado algunas ampliaciones, en 1979 se concluye la última etapa de construcción, con el arranque de 3 importantes plantas de proceso, actualmente se cuenta con 37 plantas en operación con una capacidad total de 240,000 BPD. (Ver tabla 2.2.5.1).

TABLA 2.2.4.1

PRINCIPALES PLANTAS DE REFINACION EN OPERACION

REFINERIA POZA RICA, VER.

PLANTA	CAPACIDAD NOMINAL (BARRILES POR DIA)
ESTABILIZADORA DE CRUDO	77 000
DESTILACION PRIMARIA TC	16 000
DESTILACION PRIMARIA FA	34 000
FRACCIONADORA DE LIQUIDOS DE ABSORCION	22 000
DESULFURADORA CATALITICA	5 000

TABLA 2.2.5.1

PRINCIPALES PLANTAS DE REFINACION EN OPERACION

REFINERIA SALAMANCA, GTO.

	CAPACIDAD NOMINAL (BARRILES POR DIA)
DESTILACION PRIMARIA No. 1 SA	35 000
DESTILACION PRIMARIA No. 2 RD	55 000
DESTILACION PRIMARIA Y SECUNDARIA No. 3 AS	90 000
DESTILACION PRIMARIA No. 4 TCC	55 000
DESTILACION AL VACIO No. 1 RP	22 000
DESINTEGRACION CATALITICA FCC	40 000
DESINTEGRACION DE RESIDUALES CON HIDROGENO	18 000
REDUCTORA DE VISCOSIDAD	4 000
DESTILACION AL VACIO (PREPARADORA DE LUBRICANTES) No. 1 LB	14 700
DESTILACION AL VACIO (PREPARADORA DE LUBRICANTES) No. 2 U-1	14 500
TRATADORA DE LUBRICANTES CON FURFURAL No. 1 LF	8 000
TRATADORA DE LUBRICANTES CON FURFURAL No. 2 U-3	10 000
DESASFALTADORA CON PROPANO No. 1 LD	7 500
DESASFALTADORA CON PROPANO No. 2 U-2	10 200
DESPARAFINADORA DE LUBRICANTES CON SOLVENTES No. 1 LG	4 000
DESPARAFINADORA DE LUBRICANTES CON SOLVENTES No. 2 U-5	7 000
PERCOLADORA DE PARAFINAS LU	100 t/d
HIDRODESULFURADORA DE GASOLINAS HDS-1	8 000
HIDRODESULFURADORA DE NAFTA RR-2	16 800
HIDRODESULFURADORA DE DIESEL U-8	12 000
HIDRODESULFURADORA DE KEROSINA U-7	14 000
HIDRODESULFURADORA DE LUBRICANTES Y DESTILADOS INTERMEDIOS U-4	10 000
REFORMADORA CATALITICA DE GASOLINAS RR-1	8 000
GENERADORA DE HIDROGENO No. 1 U-6	10 MMPCD *
GENERADORA DE HIDROGENO No. 2 U-9	50 MMPCD *
MEZCLADO Y ENVASADO DE LUBRICANTES LX	2 900
MEZCLADO DE ASFALTO	15 000
HIDRODESULFURADORA DE NAFTA HDS-2	25 000

* CAPACIDAD DE PRODUCCION.

En lo que respecta a lubricantes y alcohol isopropílico a nivel nacional, sólo se producen en esta refinería, cubriendo prácticamente toda la demanda del país.

Para la distribución de sus productos la refinería cuenta con 4 poliductos en la zona centro del país.

La zona de influencia de la refinería es:

Zona II.- Zona Centro. (Ver mapa 2.1)

2.2.6 REFINERIA DE REYNOSA.

El complejo petroquímico de Reynosa se encuentra situado en la zona - frontera noreste de la República, en Cd. Reynosa en el Estado de Tamaulipas. El área ocupada por el complejo es de 130 hectáreas.

Esta refinería se fundó en el año de 1955 con la inauguración de la - planta de absorción. Posteriormente en el año de 1956, se puso en - servicio la planta primaria, y finalmente, el 18 de Marzo de 1966, - fueron inauguradas oficialmente las plantas de etileno y polietileno. Actualmente cuenta con 4 plantas en operación con una capacidad total de 20,000 BPD. (Ver tabla 2.2.6.1).

Para el embarque de productos líquidos y licuables se cuenta con llanaderas para carros-tanque y autos-tanque.

La zona de influencia de la refinería es:

Zona III.- Zona Noreste. (Ver mapa 2.1)

2.2.7 REFINERIA DE TULA.

La refinería "Miguel Hidalgo" está localizada en el Municipio de Tula de Allende, Estado de Hidalgo a 8 km. al oriente de la Cabecera del - Municipio y a 82 km. al norte del área metropolitana de la Ciudad de

TABLA 2.2.6.1

PRINCIPALES PLANTAS DE REFINACION EN OPERACION

REFINERIA REYNOSA, TAMPAS

PLANTA	CAPACIDAD NOMINAL (BARRILES POR DIA)
DESTILACION PRIMARIA	9 000
FRACCIONADORA DE LIQUIDOS DE ABSORCION	11 500
REDUCTORA DE VISCOSIDAD	73 000

México, sobre una superficie de 249 hectáreas aproximadamente. La construcción de la refinería se inició en 1972 y se inauguró el 18 de Marzo de 1976, actualmente cuenta con 14 plantas en operación con una capacidad total de 320,000 BPD. (Ver tabla 2.2.7.1)

Es uno de los pilares en la Tecnología de la Industria Petrolera Mexicana, al ser la primera refinería, planeada en forma integral, usando plantas de proceso de hidrocarburos de alta capacidad, nunca antes -- usadas en México; plantas gigantes que desde entonces han regido la Tecnología Petrolera Mexicana.

Para el recibo y entrega de petrolíferos la refinería cuenta con oleoductos, poliductos y combustoleoductos.

La zona de influencia de la refinería es:

Zona II.- Zona Centro (Ver mapa 2.1).

2.2.8 REFINERIA DE CADEREYTA.

La refinería de Cadereyta está localizada a 36 km. al norte de la Ciudad de Monterrey y a 4 km. del poblado de Cadereyta. El área total -- que comprende la refinería es de 489.5 hectáreas.

La operación de la refinería de Cadereyta ha sido alcanzada en tres -- etapas: la primera se completó en 1975 con la terminación del oleoducto de 24" de diámetro de Madero a Cadereyta. En 1978 se terminó la -- segunda etapa, consistente en la operación de la planta de destilación primaria de 100 mil barriles por día de capacidad. La tercera -- etapa corresponde a la terminación y puesta en operación de todas las unidades que integran el complejo y quedo terminada en 1981.

Actualmente cuenta con 14 plantas de proceso con una capacidad total de 235,000 BPD, lo que significa que es el centro procesador de esta

TABLA 2.2.7.1

PRINCIPALES PLANTAS DE REFINACION EN OPERACION

REFINERIA TULA, HGO.

PLANTA	CAPACIDAD NOMINAL (BARRILES POR DIA)
DESTILACION PRIMARIA No. 1	155 000
DESTILACION PRIMARIA No. 2	165 000
DESTILACION AL VACIO No. 1	75 000
DESTILACION AL VACIO No. 2	80 000
ESTABILIZADORA DE GASOLINA No. 1	30 000
DESINTEGRACION CATALITICA FCC	40 000
REDUCTORA DE VISCOSIDAD	41 000
HIDRODESULFURADORA DE NAFTA U-400	36 000
HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS U-700	25 000
HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS U-800	25 000
REFORMADORA CATALITICA DE NAFTA U-500	30 000
TRATAMIENTO Y FRACCIONAMIENTO DE LIGEROS U-600	11 000

materia prima más grande del sistema nacional de refinación. Parte y media mayor que la Refinería de Tula y casi dos partes y media mayor que la de Azcapotzalco. (Ver tabla 2.2.8.1)

La zona de influencia de la refinería es:

Zona IV.- Zona Norte (Ver mapa 2.1).

2.2.9 REFINERIA DE SALINA CRUZ.

La refinería "Antonio Dovalí Jaime" se encuentra localizada 5 km. al noroeste de la población de Salina Cruz, Oaxaca en una superficie total de 600 hectáreas.

Fue puesta en operación en Abril de 1979. Actualmente cuenta con 11 plantas de proceso con una capacidad de 165,000 BPD. (Ver tabla - - 2.2.9.1)

El abastecimiento de crudo se efectúa a través de un oleoducto de 30 pulgadas de diámetro que se inicia en la estación de recolección y bombeo localizada en Nuevo Teapa, Veracruz, cuyas características y capacidades garantizan el adecuado suministro a la refinería.

La zona de influencia de esta refinería es:

Zona V.- Zona Sureste y Zona Noroeste (Ver mapa 2.1)

TABLA 2.2.8.1

PRINCIPALES PLANTAS DE REFINACION EN OPERACION

REFINERIA CADEREYTA N.L.

PLANTA	CAPACIDAD NOMINAL (BARRILES POR DIA)
DESTILACION PRIMARIA No. 1	100 000
DESTILACION PRIMARIA No. 2	135 000
DESTILACION AL VACIO No. 1	62 000
DESTILACION AL VACIO No. 2	75 000
DESINTEGRACION CATALITICA FCC	40 000
HIDRODESULFURADORA DE NAFTA U-400	36 000
HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS U-700	25 000
HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS U-800	25 000
REFORMADORA CATALITICA DE NAFTA U-500	20 000
FRACCIONADORA DE LIGEROS	10 000
TRATADORA DE GASES	10.6 MMPCD

TABLA 2.2.9.1

PRINCIPALES PLANTAS DE REFINACION EN OPERACION

REFINERIA SALINA CRUZ, OAX.

PLANTA	CAPACIDAD NOMINAL (BARRILES POR DIA)
DESTILACION PRIMARIA No. 1	165 000
DESTILACION AL VACIO No. 1	75 000
DESINTEGRACION CATALITICA FCC	40 000
HIDRODESULFURADORA DE NAFTA U-400	25 000
HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS U-700	25 000
HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS U-800	25 000
REFORMADORA CATALITICA DE NAFTA U-500	20 000
TRATAMIENTO Y FRACCIONAMIENTO DE LIGEROS U-600	11 000



MAPA 2.1

DESCRIPCIÓN DE ZONAS DE INFLUENCIA DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS DE ACUERDO AL MAPA 2.1

- ZONA I. Estado de México, Morelos, Puebla, Norte de Oaxaca, Guerrero, Distrito Federal y Tlaxcala.
- ZONA II. Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, - San Luis Potosí y Zacatecas.
- ZONA III. Tamaulipas, Norte de Veracruz y San Luis Potosí.
- ZONA IV. Norte de Tamaulipas, Nuevo León, Chihuahua, Coahuila y Durango.
- ZONA V. Baja California Norte, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Colima, Campeche, Chiapas, Sur de Veracruz, Oaxaca, - Tabasco, Yucatán, Quintana Roo y Nayarit.

De acuerdo con las estrategias que se tienen en materia de refinación para ampliar la capacidad, Pemex tiene en planeación, ingeniería y/o construcción nuevas plantas, aunque se encuentran suspendidas temporalmente. (Ver tabla 2.2.10).

Dentro de la función de refinación, se tiene que cada refinería presenta una situación especial y diferente a las demás, esto se debe a la carga de alimentación, ya que sus plantas de proceso están acondicionadas en función del tipo de crudo que manejan y los productos terminados.

Para dar un panorama general de las diferencias que presentan, comenzaremos por analizar y comparar las plantas de proceso de todas las refinerías como se vió anteriormente, con el objeto de poder determinar lo que tienen en común y posteriormente poder establecer lo que tienen de particular.

TABLA 2.2.10

PLANTAS DE REFINACION EN PLANEACION, INGENIERIA O CONSTRUCCION

REFINERIA	P L A N T A	CAPACIDAD NOMINAL BCD	OBSERVACIONES
CADEREYTA, N.L.	REDUCTORA DE VISCOSIDAD	50 000	EN INGENIERIA
	FRACCIONADORA DE PROPANO-PROPILENO	4 000	EN CONSTRUCCION
TREN DE AROMATICOS ETAPA I	HIDRODESULFURADORA DE NAFTA	25 000	EN PLANEACION
SALAMANCA, GTO.	TRATAMIENTO CON FURFURAL (AMPLIACION)	4 000	EN CONSTRUCCION
	DESPARAFINACION DE LUBRICANTES (AMPLIACION)	3 500	EN CONSTRUCCION
SALINA CRUZ, OAX. ETAPA I ETAPA II	TORRE DESPUNTADORA (2 UNIDADES)	190 000	EN CONSTRUCCION
	DESTILACION PRIMARIA No. 2	165 000	EN CONSTRUCCION
	DESTILACION AL VACIO No. 2	80 000	EN CONSTRUCCION
	DESINTEGRACION CATALITICIA No. 2	40 000	EN INGENIERIA
	HIDRODESULFURADORA DE NAFTA	36 000	EN INGENIERIA
	REFORMADORA DE NAFTA	30 000	EN INGENIERIA
	HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS No. 1	25 000	EN INGENIERIA
	HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS No. 2	25 000	EN INGENIERIA
	TRATADORA Y FRACCIONADORA DE LIGEROS No. 2	4 000	EN INGENIERIA
	FRACCIONADORA PROPANO-PROPILENO	4 000	EN CONSTRUCCION

CONTINUACION TABLA 2.2.10

ETAPA III	TRATAMIENTO CON FURFURAL No. 2 (PRODUCCION)	13 500	EN PLANEACION	
	DESPARAFINADORA No. 2 (PRODUCCION)	7 500	EN PLANEACION	
REFINERIA NUEVA SIN LOCALIZACION	DESTILACION PRIMARIA	300 000	EN PLANEACION	
	DESTILACION AL VACIO	160 000	EN PLANEACION	
	TRATADORA Y FRACCIONADORA DE HIDROCARBUROS	24 000	EN PLANEACION	
	DESINTEGRACION CATALITICA	80 000	EN PLANEACION	
	REDUCTORA DE VISCOSIDAD	80 000	EN PLANEACION	
	HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS No. 1	50 000	EN PLANEACION	
	HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS No. 2	50 000	EN PLANEACION	
	HIDRODESULFURADORA DE NAFTA	72 000	EN PLANEACION	
	REFORMADORA DE NAFTA	40 000	EN PLANEACION	
	TULA, HGO. ETAPA II	REDESTILADORA DE GASOLEOS	50 000	EN INGENIERIA
		REFORMADORA DE NAFTAS No. 2	30 000	EN INGENIERIA
FRACCIONADORA Y TRATADORA DE HIDROCARBU ROS LIGEROS No. 2		12 000	EN INGENIERIA	
HIDRODESULFURADORA DE NAFTAS No. 2		36 000	EN INGENIERIA	
HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS No. 3		25 000	EN INGENIERIA	
HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS No. 4		25 000	EN INGENIERIA	
DESASFALTADORA No. 1		20 500	EN INGENIERIA *	
TRATAMIENTO CON FURFURAL No. 1 (PRODUCCION)		13 500	EN INGENIERIA *	
DESPARAFINADORA CON SOLVENTES No. 1 (PRODUCCION)		7 500	EN INGENIERIA *	
MEZCLADORA Y ENVASADORA DE LUBRICANTES		12 000	EN INGENIERIA	
MEZCLADORA Y LLENADORA DE ASFALTO		12 000	EN INGENIERIA	

CONTINUACION TABLA 2.2.10

ETAPA IIA	HIDRODESULFURADORA DE NAFTA	36 000	EN INGENIERIA *
	REFORMADORA DE NAFTA No. 3	30 000	EN INGENIERIA *
	HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS No. 5	25 000	EN INGENIERIA *
	HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS No. 6	25 000	EN INGENIERIA *
	TRATADORA Y FRACCIONADORA DE LIGEROS	12 000	EN INGENIERIA *
ETAPA III	DESASFALTADORA No. 2	20 500	EN PLANEACION

* SUSPENDIDA TEMPORALMENTE

2.3 ANALISIS ESTRUCTURAL DE LAS REFINERIAS.

La importancia de establecer un análisis estructural de las refinerías, radica en poder detectar las partes comunes entre ellas y las partes exclusivas, para que de esta manera tengamos elementos para poder explicar las diferencias que se presentan en los productos que se obtienen y el tipo de crudo procesado, esto es muy importante puesto que la flexibilidad que puede tener una refinería en acondicionar sus procesos para aceptar el tipo de crudo para poder obtener algún producto deseado es vital en el desarrollo de la Industria de Refinación (Ver. cuadro 2.3.1).

Como se puede apreciar en el cuadro 2.3.1, las refinerías deben constar básicamente de las siguientes plantas de proceso: Destilación Primaria, Destilación al Vacío, Desintegradora Catalítica, Reductora de Viscosidad, e Hidrodesulfuradoras; en este caso las Hidrodesulfuradoras están de acuerdo al producto que manejan, como: Gasolina, Kerosina, Diesel, Naftas.

Así como existen operaciones comunes en las refinerías también existen operaciones que son exclusivas de cada una de ellas como lo demuestra el cuadro comparativo de plantas de cada refinería (Cuadro 2.3.2).

Las especificaciones de calidad de los productos que se obtienen y el tipo de crudo alimentado, da las condiciones particulares a las plantas de proceso de las refinerías, lo cual permite tener una amplia gama de productos que se obtienen en general en todas las refinerías del país, y además permiten una gran flexibilidad en cuanto a la alimentación de materias primas, esto lo analizaremos más adelante.

CUADRO 2.3.1

CAPACIDADES NOMINALES DE LAS PLANTAS QUE SON COMUNES EN LAS REFINERIAS
(BARRILES POR DIA)

REFINERIA	DEST. PRIMARIA	DEST. AL VACIO	DESINTEGRACION CATALITICA	REDUCC. DE VISCOSIDAD	HIDRODESULFURODORA DE				REFORMACION CATALITICA	
					GASOLINA	KEROSINA	DIESEL	DEST.INT. NAFTAS		
AZCAPOTZALCO	105 000	48 000	24 000	20 000						
CADEREYTA	235 000	137 000	40 000				50 000	36 000	20 000	
MADERO	195 000	50 000	43 000	8 000	15 000		37 000		15 000	
MINATITLAN	200 000	28 000	40 000		15 000	12 000	12 000	25 000	25 000	8 000
SALAMANCA	235 000	101 200	58 000	4 000	8 000	14 000	10 000	41 800	8 000	
SALINA CRUZ	165 000	75 000	40 000				50 000	25 000	20 000	
TULA	320 000	155 000	40 000	41 000			50 000	36 000	30 000	
POZA RICA	50 000									
REYNOSA	9 000			73 000						

CUADRO 2.3.2

PRINCIPALES PLANTAS QUE SON EXCLUSIVAS DE CADA REFINERIA
(BARRILES POR DIA)

REFINERIA	COQUITZADORA	DEMEX	PLANTA DE GRASAS	
AZCAPOTZALCO CADEREYTA MADERO MINATITLAN SALAMANCA SALINA CRUZ TULA POZA RICA REYNOSA	9 000	35 000	40 T/D	
REFINERIA	REFORMADORA CATALITICA (BTX)	TRATADORA DE LUB.	PERCOLADORA DE PARAFINAS	MEZCLADO Y ENV. LUB. LX.
AZCAPOTZALCO CADEREYTA MADERO MINATITLAN SALAMANCA SALINA CRUZ TULA POZA RICA REYNOSA	20 000	18 000	100 T/D	290

CAPITULO III

PRODUCCION DE PETROLIFEROS Y EL MERCADO INTERNO

CAPITULO III

Ya se conocen los procesos que comprenden la actividad de refinación, ya se tiene idea de lo que ocurre con las corrientes de entrada y salida - en los procesos, pues bien, es importante el analizar ahora el tipo de - crudo que se alimenta a las refineries y los productos que se obtienen - en cada una de ellas, esto es muy importante, ya que en función de su - alimentación y producción las refineries marcan las zonas de abasto para el país (como se vió anteriormente).

3.1 Relación Carga-Producto de las Refinerías

A continuación se presentan las tablas del tipo de crudo alimentado y - los productos que se obtienen por cada refinaria, (Ver tabla 3.1).

Tenemos que la planta de refinación ha sido diseñada principalmente de - acuerdo a la estructura del mercado, ha sido también determinada por las características de la oferta de crudo, la que en los últimos años ha estado integrada por volúmenes crecientes de crudo pesado, con menores rendimientos de productos ligeros: durante el primer semestre de 1987 el - crudo maya procesado en las refinarias representó un 25% del total contra un 19% en 1980, por otra parte los grados API del crudo procesado - disminuyeron de 32 a 29 entre 1976 y 1981.

Esta situación ha obligado a incrementar la capacidad de conversión con el fin de lograr un mayor aprovechamiento del crudo y una mejor adaptación de la oferta de petrolíferos a las características de su demanda.

Presentaremos unas gráficas para ejemplificar de una forma más clara los rendimientos de los crudos pesados y ligeros (Ver gráfica 3.1 y 3.2)

TABLA No. 3.1
TIPOS DE CRUDO ALIMENTADO
Y PRODUCTOS OBTENIDOS
POR REFINERIA.

REFINERIA: MADERO

CRUDO ALIMENTADO	BLS/D	PRODUCTOS OBTENIDOS	BLS/D
I S T M O	1 953	GAS SECO	3 150
		AZUFRE	
		GAS LICUADO	3 866
HUIMANGUILLO	2 009	GAS LIC. DE LIO.	419
		HIDROGENO	
MAR LIG.	35 583	GASOLINA NOVA	49 322
		GASOLINA EXTRA	
		TURBOSINA	3 452
MAYA	78 258	DIAFANO	10 452
		DIESEL ESP.	22 541
		DIESEL NAC.	16 100
F. ORO	27 336	GRASAS	216
		LUB. BASICO	
		ESTIRENO	
PAPALOAPAN	3 658	DODECILBENCENO	250
		BUTADIENO	
		COMBUSTOLEO	53 586
DESP. + C5	27 947		

REFINERIA: MINATITLAN

CRUDO ALIMENTADO	BLS/D	PRODUCTOS OBTENIDOS	BLS/D
I S T M O	6 600	GAS SECO	6 342
		GAS LICUADO	38 673
		PROPILENO	650
MAYA	22 000	ETILBENCENO	504
		TOLUENO	930
		M-P XILENO	623
MARINO LIG.	24 000	HEX-HEPTANO	2 261
		GASOLINA NOVA	52 775
		GASOLINA EXTRA	30
TERCIARIO	80 000	TURBOSINA	8 000

CONTINUA
T A B L A No, 3.1

REFINERIA: MINATITLAN

CRUDO ALIMENTADO	BLS/D	PRODUCTOS OBTENIDOS	BLS/D
		DIAFANO	3 000
		DIESEL ESP.	33 832
HUIMANGUILLO	15 400	DIESEL NAC. LUBRICANTES	11 921 320
		COMBUSTOLEO	44 111
DESP. + C5	10 000	ASFALTO	

REFINERIA: AZCAPOTZALCO

CRUDO ALIMENTADO	BLS/D	PRODUCTOS OBTENIDOS	BLS/D
I S T M O	12 300	GAS SECO	3 903
		AZUFRE	394
		GAS LICUADO	2 887
HUIMANGUILLO	28 700	ISOPENTANO	200
		GAS SOLVENTE	300
		GAS NAFTA	1 500
MARINO UG	28 000	GASOLINA INC.	100
		NOVA	35 276
		GAS AVION	1 300
MAYA	21 000	TURBOSINA	5 000
		DIAFANO	7 000
		DIESEL ESP.	17 333
DESP. + C5	13 000	DIESEL NAC.	2 271
		DODECILBENCENO	672
		COMBUSTOLEO	28 523

CONTINUA
T A B L A No. 3.1

REFINERIA: POZA RICA

CRUDO ALIMENTADO	BLS/D	PRODUCTOS OBTENIDOS	BLS/D
POZA RICA	33,500	AZUFRE	46 200 TON/ARO
		GASOLINAS	3 760
		KEROSINAS	1 770
		DIESEL	1 790
		RESIDUO COMBUSTOLEO	7 620

REFINERIA: SALAMANCA

CRUDO ALIMENTADO	BLS/D	PRODUCTOS OBTENIDOS	BLS/D
I S T M O	74 000	GAS LICUADO PETROQUIMICO	1 700
		GAS LICUADO	8 700
		GASOLINA AUTOMOTRIZ	52 300
		TURBOSINA	6 000
		KEROSINAS	4 900
		DIESEL	50 700
POZA RICA	126 000	COMBUSTOLEOS	54 900
		LUBRICANTES	8 200
		PARAFINAS	2 000
		EXTRACTOS	3 700
		ASFACTOS	4 300
		GASOLEOS A DESINTEGRACION	34 500
		RESIDUOS DE VACIVA HIDRODESINTEGRACION	20 000
		COMBUSTOLEO RESIDUAL % BASE CRUDO	

CONTINUA
T A B L A No. 3.1

REFINERIA: REYNOSA.

CRUDO ALIMENTADO	BLS/D	PRODUCTOS OBTENIDOS	BLS/D
I S T M O	2500	GASOLINA	2 800
HUIMANGUILLO	2300	KEROSINAS	2 070
MARINO LIGERO	2600	GASOLEOS	2 610
MAYA	1800	RESIDUO LIGERO	1 440
F. ORO	2400		
PAPALOAPAN	2200		
DESP. + C5	1450		

REFINERIA: TULA

CRUDO ALIMENTADO	BLS/D	PRODUCTO OBTENIDO	BLS/D
I S T M O	19 238	GAS SECO	4 161
		AZUFRE	
		GAS LICUADO	8 047
HUIMANGUILLO	19 658	PROPILENO	625
		GAS SOLVENTE	27
		GAS NAFTA	
MARINO LIG.	41 937	GASOLINA EXTRA	467
		GASOLINA NOVA	43 111
		TURBOSINA	8 333
MAYA	42 863	DIAFANO	3 513
		DIESEL ESP.	28 319
		DIESEL NAC.	9 116
DESP. + C5	22 783	COMBUSTOLEO	43 608

CONTINUA
T A B L A No. 3.1

REFINERIA: CADEREYTA

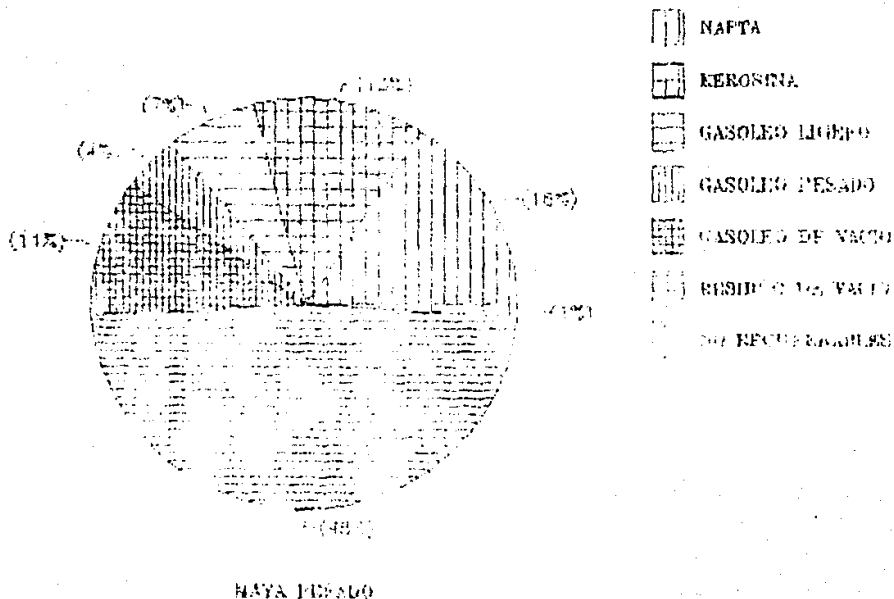
CRUDO ALIMENTADO	BLS/D	PRODUCTOS OBTENIDOS	BLS/D
I S T M O	24 480	GAS SECO AZUFRE	4 222
HUIMANGUILLO	57 120	GAS LICUADO PROPILENO	9 201
M. LIG.	33 000	GAS SOLVENTE GAS NAFTA	
MAYA	46 000	GASOLINA NOVA	60 664
F. ORO	8 200	EXTRA TURBOSINA	1 530 2 000
PAPALOAPAN	7 200	DIAFANO DIESEL ESP.	5 100 45 507
DESP. + C5	32 000	DIESEL NAC. COMBUSTOLEO	21 247 61 737

REFINERIA: SALINA CRUZ

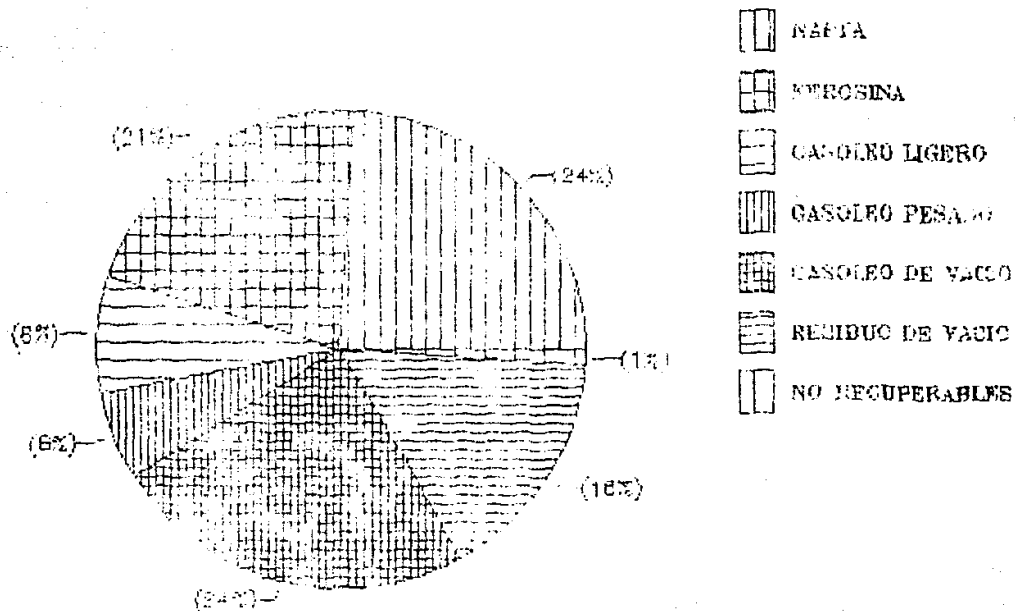
CRUDO ALIMENTADO	BLS/D	PRODUCTO OBTENIDOS	BLS/D
I S T M O	28 500	GAS SECO AZUFRE GAS LICUADO PROPILENO	5 157 11 125
HUIMANGUILLO	66 500	GAS SOLVENTE GAS NAFTA GASOLINA NOVA EXTRA	57 757 3 280
M. LIG	50 000	TURBOSINA DIAFANO DIESEL ESP. DIESEL NAC.	3 500 3 500 38 033
MAYA	110 000	COMBUSTOLEO	38 664

GRAFICA 3.1

RENDIMIENTO DE LOS CRUDOS REFINADOS



GRAFICA 3.2
RENDIMIENTO DE LOS CRUDOS REFINADOS



SURESTE

3.2 Comportamiento del Mercado de Petrolíferos.

La producción de productos derivados del petróleo tuvo en la década pasada un crecimiento muy importante. A partir de 1982, la producción de petrolíferos disminuyó y el nivel alcanzado de producción - en 1981 se superó hasta 1984 (ver Gráfica 3.3 y Cuadro 3.1), después de un largo período de crecimiento iniciado en los años cuarentas, sumándose a la tendencia general de la industria de refinación a nivel mundial.

El comportamiento de la elaboración de petrolíferos no ha sido igual a nivel de producto ya que algunos de éstos, como los combustibles y el gas licuado, han mantenido en los últimos años su tendencia ascendente (ver Gráfica 3.4). La explicación de esta situación se da a nivel de la operación de plantas y la reducción de la producción se debe en parte a la subutilización de la capacidad instalada que en la elaboración de algunos productos se presenta (ver Gráfica 3.5).

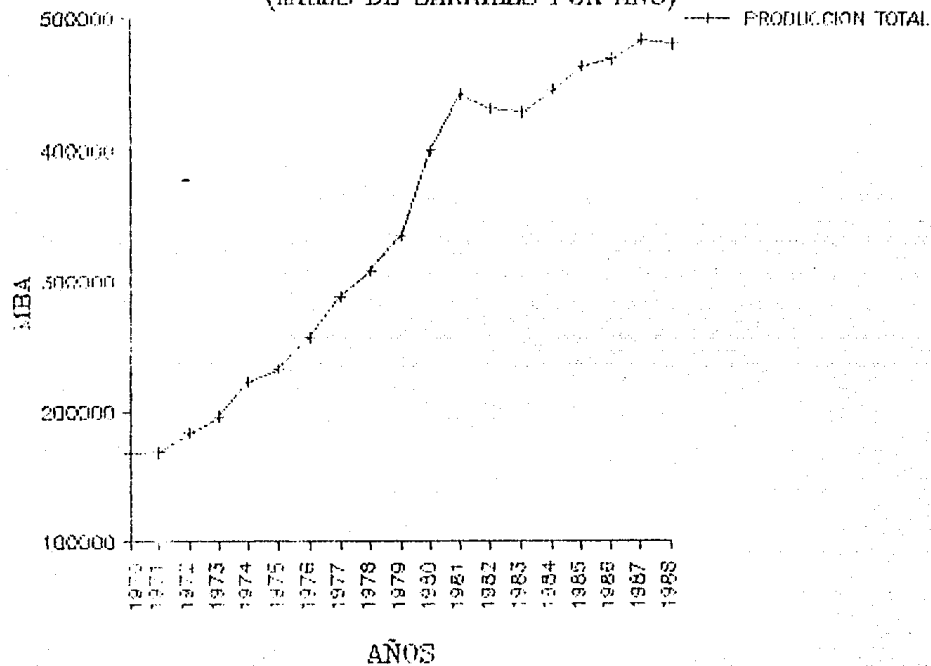
En esta gráfica se aprecia una gran diferencia entre la capacidad instalada y la producción total, la cual se acentúa a partir del año de 1982 a la fecha.

Este programa de carácter operativo que se origina en deficiencias en los programas de mantenimiento, en el aprovisionamiento de refacciones y materiales, en la organización e incorporación de innovaciones tecnológicas de los centros de refinación, por su frecuencia y magnitud se convierte en problema estratégico para PEMEX al no permitir una presencia importante y permanente en el mercado externo y ser el origen de restricciones al óptimo abastecimiento del mercado interno.

También existen desequilibrios en la producción debido a las carac-

GRAFICA 3.3

PRODUCCION NACIONAL DE PETROLIFEROS (MILES DE BARRILES POR AÑO)



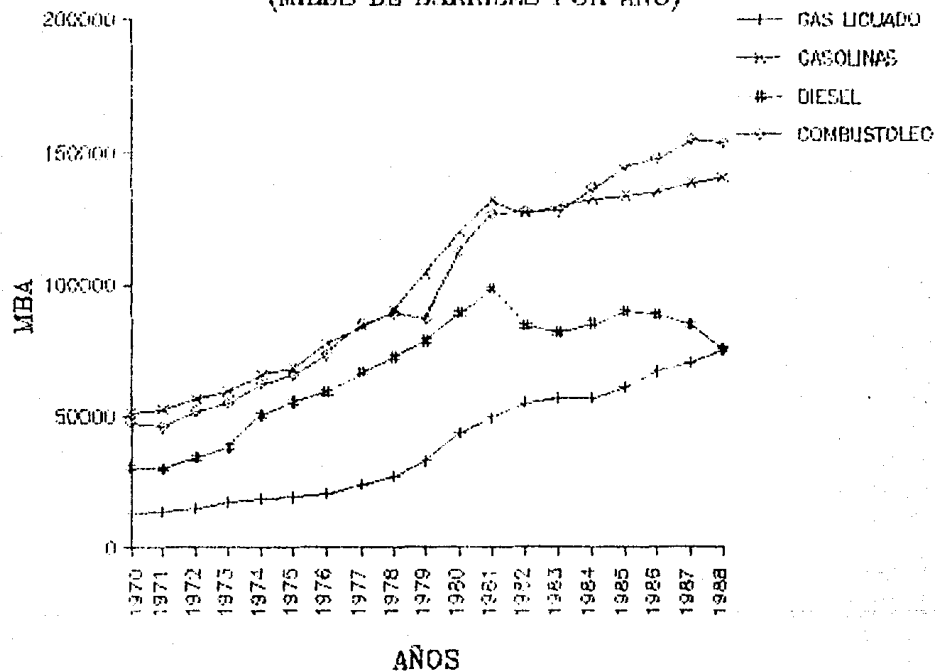
CUADRO 3,1
CAPACIDAD INSTALADA DE PROCESO 1970-1988
(MILES DE BARRILES POR AÑO)

ARO	MBA
1970	194 545
1971	194 545
1972	194 545
1973	243 820
1974	243 820
1975	252 945
1976	315 725
1977	315 725
1978	315 725
1979	414 275
1980	463 550
1981	463 550
1982	463 550
1983	474 500
1984	492 385
1985	516 840
1986	532 170
1987	552 610
1988	552 610

GRAFICA 3.4

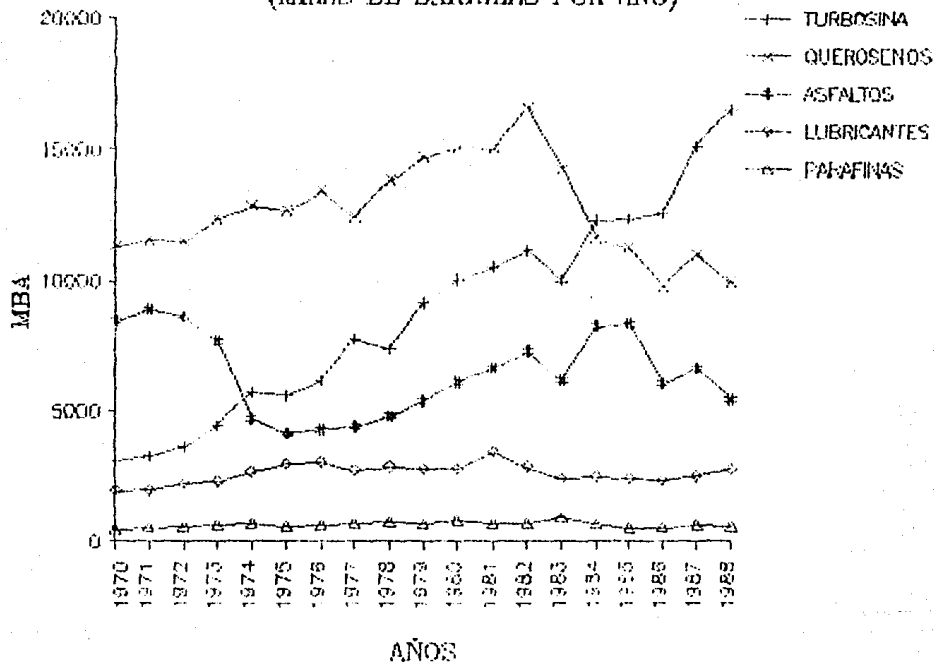
PRODUCCION NACIONAL DE PETROLIFEROS

(MILES DE BARRILES POR AÑO)

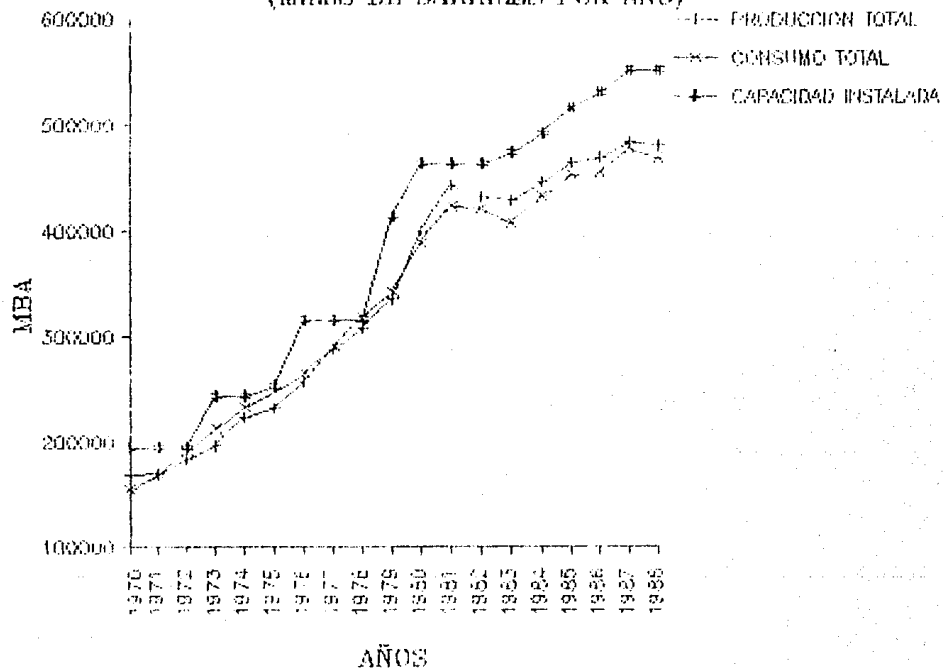


PRODUCCION NACIONAL DE PETROLIFEROS

(MILES DE BARRILES POR AÑO)



COMPORTAMIENTO NACIONAL DE PETROLIFEROS (MILES DE BARRILES POR AÑO)



terísticas del crudo procesado y a insuficiencias de la capacidad de proceso como es el caso de los lubricantes básicos, cuya producción no es suficiente para alcanzar el nivel de la demanda interna, lo que contrasta con la producción de combustibles cuyos volúmenes se incrementaron a partir de 1979, debido a una mayor refinación de crudo maya (ver Gráfica 3.1) convirtiéndose además en el principal producto refinado de exportación.

No obstante los desequilibrios que aparecen en la producción de petrolíferos, ésta ha logrado satisfacer en gran medida la demanda nacional de petrolíferos, lo que ha dado a PEMEX un grado de autosuficiencia para cubrir los consumos del país, a diferencia de su posición marginal en el mercado externo. A nivel global la producción de petrolíferos en los últimos años ha sido superior al consumo aparente (ver Cuadros 3.2 y 3.3), sin embargo se observan desequilibrios entre la oferta y demanda en algunos productos (ver Gráfica 3.6). Estos desequilibrios muestran un déficit importante en la producción de gas licuado, de parafinas y lubricantes, en relación a los otros productos: combustibles, diesel, gasolinas y kerosinas, en los que se han obtenido en los últimos años excedentes exportables.

Por lo que se refiere a la estructura de la producción de petrolíferos, en correspondencia con la estructura de la demanda, en ella ha predominado la producción de carburantes, lo que representó aproximadamente el 50% de la producción total, le siguen en importancia los combustibles, que representaron más del 40%, el resto de la producción corresponde a los petrolíferos, cuyo uso no es energético, como son: asfaltos, parafinas, grasas (ver Cuadro 3.2).

La estructura de la producción de petrolíferos está determinada - -

CUADRO 3.2
 PRODUCCION NACIONAL DE PETROLIFEROS
 (Miles de barriles por año)

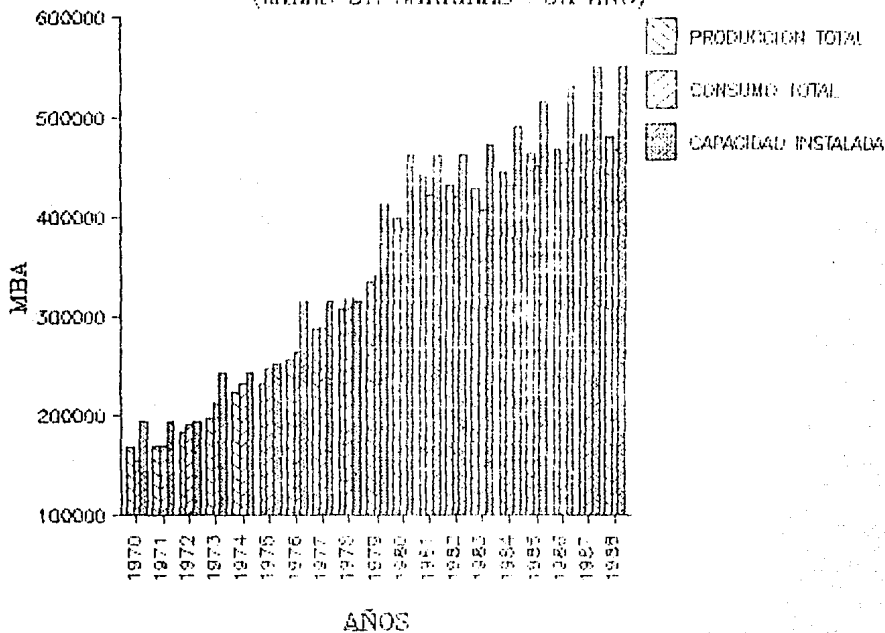
AÑO	GAS LICUADO	GASOLINAS	TURBOSINA	QUEROSENO	DIESEL	COMBUSTIBLE Y RESIDUALES	ASFALTOS	LUBRICANTES	PARAFINAS
1970	13 214	51 183	3 086	11 348	30 403	47 640	8 455	1 928	424
1971	13 646	52 619	3 265	11 556	30 195	45 950	8 925	1 944	523
1972	14 688	56 371	3 611	11 540	34 407	51 937	8 621	2 203	542
1973	17 180	58 933	4 445	12 366	38 273	54 743	7 685	2 298	605
1974	18 439	65 701	5 733	12 881	50 226	62 296	4 725	2 676	669
1975	18 870	67 624	5 576	12 692	55 139	65 237	4 122	2 953	560
1976	20 331	77 376	6 172	13 445	58 996	72 986	4 294	3 044	608
1977	24 030	84 448	7 749	12 416	66 574	85 122	4 403	2 731	680
1978	27 024	89 781	7 390	13 840	72 461	88 963	4 819	2 854	739
1979	33 058	104 050	9 154	14 698	78 584	86 684	5 390	2 760	659
1980	43 710	119 687	10 061	15 049	89 148	112 594	6 138	2 782	795
1981	49 595	131 731	10 556	15 047	58 529	126 664	6 651	3 455	680
1982	55 042	127 063	11 177	16 577	84 254	127 620	7 287	2 853	685
1983	56 538	129 650	9 998	14 258	81 745	127 818	6 185	2 402	904
1984	56 626	132 340	12 336	11 622	85 125	136 835	8 269	2 492	658
1985	60 981	133 631	12 379	11 286	89 726	145 252	8 359	2 433	480
1986	66 912	135 258	12 625	9 798	88 521	147 974	6 054	2 328	518
1987	70 306	138 499	15 141	11 009	84 817	154 939	6 655	2 507	608
1988	75 704	140 748	16 494	9 961	75 465	154 003	5 463	2 775	549

CUADRO 3.3
 CONSUMO APARENTE NACIONAL DE PETROLIFEROS
 (Miles de barriles por año)

AÑO	LICUADO	GASOLINAS	TURBOSINA	QUEROSENOS	DIÉSEL	COMBUSTIBLEO Y RESIDUALES	ASFALTOS	LUBRICANTES	PARAFINAS
1970	15 423	53 576	3 086	11 560	33 075	31 711	3 553	2 164	426
1971	16 899	58 300	3 265	12 061	34 144	36 996	4 349	2 038	575
1972	19 630	62 344	3 611	11 692	36 626	49 490	4 335	2 294	737
1973	23 132	69 725	4 445	12 430	42 667	51 788	4 760	2 380	704
1974	22 869	71 721	5 733	12 798	50 475	61 865	3 961	2 757	693
1975	23 102	71 995	5 576	12 878	57 271	69 372	4 220	3 361	578
1976	24 105	78 888	6 172	13 658	60 098	74 189	4 369	3 217	608
1977	25 052	83 337	7 749	12 577	66 861	86 333	4 404	2 968	683
1978	29 179	89 244	7 390	14 013	73 356	95 461	4 819	3 566	748
1979	33 841	104 095	9 154	14 926	78 486	90 835	5 390	3 795	666
1980	41 435	119 733	10 061	15 136	89 034	102 035	6 138	4 405	812
1981	50 575	131 838	10 556	15 122	95 510	107 591	6 651	4 389	697
1982	55 926	127 050	11 177	16 843	83 307	114 639	7 287	3 986	704
1983	58 775	122 666	9 070	14 420	72 817	118 356	6 185	4 386	962
1984	64 175	119 181	10 635	12 068	81 166	132 422	8 269	3 617	703
1985	67 270	126 525	10 437	11 697	84 249	140 226	8 359	3 528	518
1986	69 527	131 506	10 075	10 302	79 440	144 518	6 037	3 602	541
1987	70 614	136 157	10 308	11 009	80 824	159 954	6 599	2 703	608
1988	71 861	135 588	9 665	9 961	72 723	160 533	5 463	2 775	549

GRAFICA 3.6

COMPORTAMIENTO NACIONAL DE PETROLIFEROS (MILLES DE BARRILES POR AÑO)



principalmente por las características de la demanda de ellos, a la que a su vez está orientada por la planta productiva del país, apoyada en los hidrocarburos como fuente de energía en su operación y la política energética definida por el estado.

Una política energética que se ha apoyado en la industria petrolera ha dado lugar a una dependencia de la economía nacional en relación a los hidrocarburos y ha sido un factor determinante en el comportamiento dinámico de refinados en el país, el cual ha sido en los últimos años en determinados productos (gasolinas), como lo muestra la Gráfica 3.7 superior o similar al de algunos países desarrollados (Italia, Francia y Reino Unido).

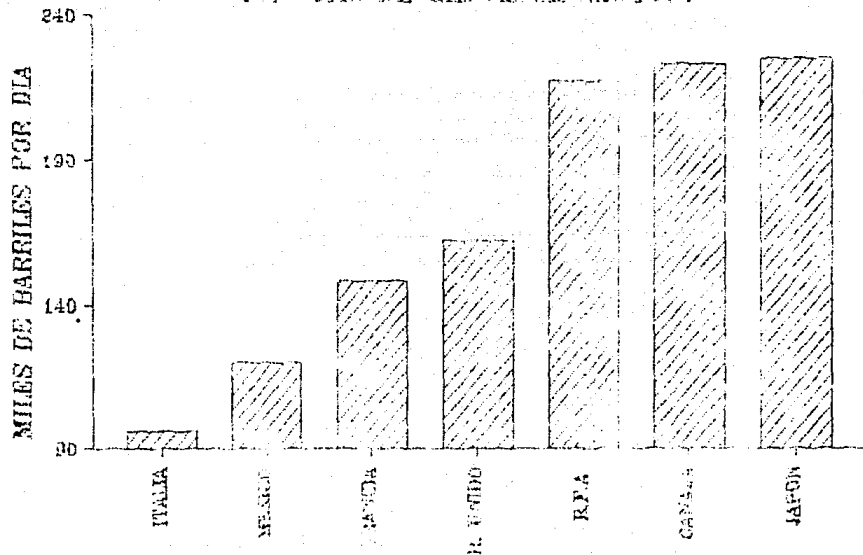
Así, los petrolíferos han sido los energéticos relativamente abundantes y de mayor penetración tanto en el medio rural como en el urbano.

En 1983 los petrolíferos contribuyeron con más del 60% del consumo final de energía del país (energía demandada por la industria, para el sector comercial-residencial, para el sector agropecuario y para el sector transportes).

La estructura energética ha dado a la producción de carburantes una importancia relevante (como la producción de gasolinas automotrices y diesel).

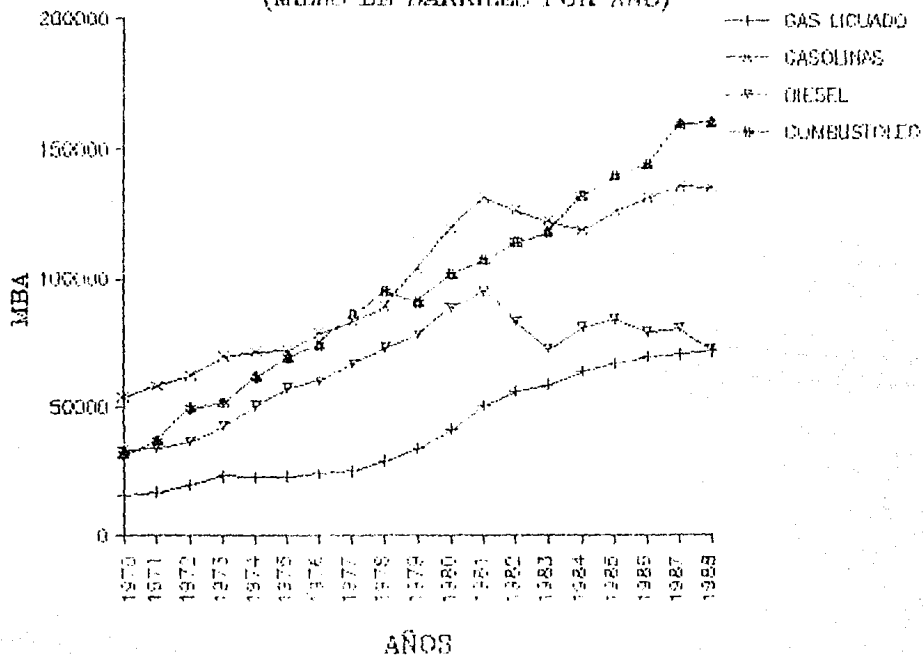
Cabe señalar la importancia de la producción de petrolíferos, en la industria eléctrica, dado que las dos terceras partes de la energía generada, proviene de plantas térmicas que operan con hidrocarburos, teniendo un gran consumo de combustibles (ver Gráfica 3.8).

GRAFICA 3.7
CONSUMO DE GASOLINAS EN 1987

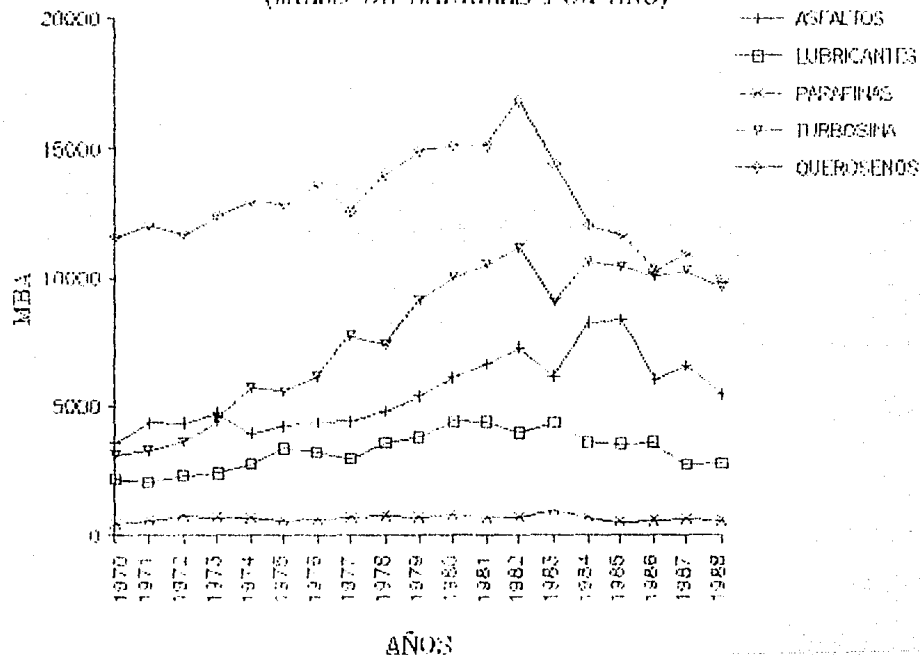


GRAFICA 3.8

CONSUMO NACIONAL DE PETROLIFEROS (MILES DE BARRILES POR AÑO)



CONSUMO NACIONAL DE PETROLIFEROS (MILES DE BARRILES POR AÑO)



C A P I T U L O I V

DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA INDUSTRIA NACIONAL DE REFINACIÓN

CAPITULO IV

En este capítulo se mostrará en forma general el desarrollo tecnológico que ha tenido la Industria Nacional de Refinación, esto es, se hará un análisis de los aspectos más importantes que se han presentado en la evolución tecnológica de las refinerías en el país. En este análisis contemplaremos aspectos y/o situaciones importantes, ya sean a nivel Nacional o Internacional, con el objeto de ser más precisos en cuanto a la relevancia de dichos aspectos.

Dentro de los aspectos más importantes que se significaron en el desarrollo tecnológico, podemos decir que existe una parte medular, es decir, que en el proceso de refinación y las operaciones que lo conforman existen partes de mayor importancia, debido a su posición en el esquema del proceso y en este caso la parte que reviste la mayor importancia es la parte de conversión, dentro de esta actividad el proceso que tiene el mayor desarrollo es el de la desintegración catalítica, y por ser una operación fundamental nos avocaremos a dar el desarrollo (evolución) tecnológico, que se ha dado en la Industria Nacional de Refinación.

4.1 ANALISIS DE LOS ASPECTOS Y/O SITUACIONES QUE INTERVIENEN EN EL DESARROLLO TECNOLÓGICO.

La actividad de refinación presentó en la década pasada un crecimiento importante de su capacidad instalada. Con el objetivo principal de satisfacer la demanda nacional de petrolíferos, PEMEX multiplicó su capacidad instalada de destilación primaria y de conversión, teniendo el país una planta de refinación más dinámica, particularmente en la última mitad de la década pasada, cuando en otros países esta industria entraba en una regresión, la cual no se ha logrado frenar.

La capacidad de destilación primaria en el país creció 30% entre 1970 y 1975, durante este período se observa un crecimiento en los principales países desarrollados que se prolonga en alguno de ellos hasta 1981, para posteriormente disminuir, tales son los casos de Japón y Estados Unidos (Ver cuadro 4.1).

Después de 1975, se acelera en México el crecimiento de la capacidad instalada de destilación primaria, mientras que en Alemania Occidental, Francia, Canadá, Italia y Reino Unido la industria de refinación entra en un período de disminución de sus capacidades de destilación, que se agudizó después de 1980 y al cual se incorporaron en los últimos años los Estados Unidos y Japón.

La recesión de la industria de refinación en los principales países desarrollados ha sido motivada, por la caída de la demanda de productos refinados, las que han provocado la existencia de capacidades de proceso ociosas y el cierre de algunas plantas.

(CUADRO 4.1)

CAPACIDAD DE DESTILACION PRIMARIA DE LOS PRINCIPALES PAISES

(MILES DE BARRILES DIARIOS)

ARO/PAIS	FRANCIA	R.F.A	JAPON	E.E.U.U.	CANADA	ITALIA	R. UNIDO	MEXICO
1970	2527	2495	3457	12 893	1604	3359	2456	592
1971	2692	2564	3791	13 709	1832	3682	2588	592
1972	2949	2698	4316	13 992	1897	3593	2465	625
1973	3140	2826	4940	13 838	1788	3882	2762	760
1974	3342	2987	5154	14 845	2024	3953	2783	760
1975	3312	3103	5417	15 043	2076	4082	2889	785
1976	3517	3075	5552	15 930	2100	4259	3014	969
1977	3456	3081	5467	16 171	2126	4226	2911	974
1978	3469	3103	5480	17 150	2225	4196	2527	989
1979	3385	2986	5509	17 120	2222	4131	2527	1341
1980	3342	3021	5454	18 400	2166	4092	2629	1476
1981	3291	2937	5601	18 700	2200	4003	2482	1524
1982	2871	2471	5548	16 800	2020	3283	2260	1621
1983	2670	2386	5020	15 930	1807	3050	2092	1631
1984	2386	2172	4813	15 400	1868	3095	2008	1680
1985	1947	1933	4613	15 182	1856	2738	1792	1790
1986	1834	1720	4790	15 258	1760	2679	1780	1790

En Europa y en los Estado Unidos se presenta el problema de la reestructuración de la refinación, la cual deberá orientarse hacia el incremento de la capacidad de conversión, a fin de obtener destilados - ligeros e intermedios (kerosinas, diesel y gasolina sin plomo y mayor índice de octano), cuya demanda es generada principalmente por el - transporte.

Esta reestructuración obedece también a una oferta de petróleo crudo de mayores densidades, con lo que obtendría cantidades superiores y - residuales, los que tendrán que transformarse en destilados ligeros e intermedios.

Entre 1984 y 1988 se ha dado en las economías del mercado una reducción de capacidad de destilación (Ver cuadro 4.2).

Con relación a la demanda nacional, el objetivo de autosuficiencia en la producción de petrolíferos, ha llevado a Pemex a incrementar la capacidad de destilación primaria la cual se multiplicó en el mismo período.

La planta de refinación en nuestro país es relativamente moderna ya - que de 1976 a la fecha se ha incorporado aproximadamente 40 por ciento de la capacidad nominal de destilación primaria, en nuevos centros de refinación próximos a los principales centros de consumo, como las refinerías de Tula y Cadereyta.

Por lo que se refiere a las refinerías cuya antigüedad supera los - diez años (60 por ciento de la capacidad de destilación primaria), algunas existían antes de la expropiación petrolera y las de Salamanca y Reynosa se incorporaron en 1951, estas refinerías fueron posteriormente modernizadas y sus capacidades de proceso y nuevas plantas se -

CUADRO 4.2

EVOLUCION DE LAS CAPACIDADES DE REFINACION (1979-1986) (MMBD)

ANO	DESTILACION PRIMARIA	CONVERSION
1979	44.8	12.5
1980	45.4	12.9
1981	46.0	13.1
1982	46.2	13.6
1983	45.3	14.2
1984	41.8	14.5
1985	39.2	15.2
1986	37.8	15.6

incrementaron por ampliaciones sucesivas, cabe señalar que el grado de utilización de la capacidad de destilación primaria ha sido superior al de otros países (Ver cuadro 4.3).

Estas refinerías son en consecuencia menos eficientes que las puestas en operación en los últimos 10 diez años, como lo muestra el bajo aprovechamiento de la capacidad de proceso de conversión (Ver cuadro 4.4), lo que es provocado por reparaciones prolongadas de las plantas y resultan altos costos de operación por barril de crudo refinado.

Esta situación ha obligado a incrementar la capacidad de conversión con el fin de lograr un mayor aprovechamiento del crudo y una mejor adaptación de la oferta de petrolíferos a las características de su demanda: entre 1975 y 1986 la capacidad de reducción de viscosidad - se multiplicó, la destilación al vacío, la desintegración de gasóleos, la hidrodesulfuración de gasolinas e hidrodesulfuración de destilados intermedios, aumentando así estas unidades con mayor dinamismo que la capacidad de destilación primaria (Ver cuadro 4.5).

Según un estudio elaborado por la Sub-Dirección de transformación industrial, las refinerías nacionales consumen de 9 a un 11 por ciento de la energía total que producen, en cambio, las refinerías modernas consumen entre 3.5 y 4.5 por ciento, en Europa, y entre 4.5 y 6 por ciento en Estados Unidos - 1/.

1/Sub-Dirección de transformación industrial, diagnóstico tecnológico, 1987.

CUADRO 4.3

UTILIZACION DE LA CAPACIDAD DE DESTILACION PRIMARIA POR PAIS
(PORCENTAJE)

	1987	1986	
ESTADOS UNIDOS	76	72	+ 6
JAPON	68	68	-
FRANCIA	72	63	+ 15
ALEMANIA OCCIDENTAL	66	59	+ 11
ITALIA	51	52	- 2
HOLANDA	66	59	+ 12
REINO UNIDO	82	73	+ 12
MEXICO	84	83	+ 1

FUENTE: ROYAL DUTCH/SMELL, SBS, OIL, GAS AND IN 1985 NUM. TWO 1986.
PEMEX, SPC, EVOLUCION HISTORICA (1985-1987). MEXICO 1987.

CUADRO 4.4

PEMEX: UTILIZACION DE LA CAPACIDAD INSTALADA
(POR CIENTO)

C O N C E P T O	%
DESTILACION PRIMARIA	87.1
HIDRODESULFURADORA DE GASOLINAS	67.3
REFORMACION DE GASOLINAS	68.5
HIDRODESULFURACION DE DESTILADOS INTERMEDIOS	39.2
DESTILACION AL VACIO	83.4
DESINTEGRACION DE GASOLEOS	68.7
REDUCCION DE VISCOSIDAD	77.1
GAS NATURAL:	
PROCESO DE GAS HUMEDO DULCE	88.2
PROCESO DE GAS AMARGO	79.3

FUENTE: PEMEX, SPC, EVOLUCION HISTORICA (1975 - 1987)

CUADRO 4.5
CAPACIDAD INSTALADA DE PROCESO: 1975 - 1986 (MBD)

	DESTILACION PRIMARIA	HIDRODESUL- FURACION DE GASOLINAS	REFORMACION GASOLINAS	HIDRODESUL- FURACION DE DEST. INTERN.	DESTILACION AL VACIO	DESINTEGRA- CION DE GASOLEOS	REDUCCION DE VISCOSIDAD	FRACCIONAMIENTO DE LIQUIDOS DEL GAS
1975	692.5	47	35	81.6	282.2	109	32	92.5
1976	865	47	35	81.6	382.2	109	32	103.5
1977	865	83	65	131.6	382.2	177	73	108.5
1978	865	83	65	156.6	382.2	217	73	123.5
1979	1135	83	65	156.6	519.2	217	73	206
1980	1270	108	65	156.6	594.2	297	73	253.5
1981	1270	194	141.8	281.6	594.2	297	73	350.5
1982	1270	194	141.8	281.6	594.2	297	73	330.5
1983	1300	194	141.8	281.6	594.2	297	73	330.5
1984	1349	185	137.8	272.0	600.7	294	73	330.5
1985	1416	189	140.5	275.3	602.2	296	71	350.5
1986	1458	193	139.1	280.1	605.0	296	73	346.5

FUENTE: PEMEX, EVOLUCION HISTORICA MEXICO, 1986

Al no contar las refinerías nacionales con los adelantos o innovaciones tecnológicas en los sistemas de operación y control, esto determina una organización del trabajo en plantas poco eficientes con mayor número de empleados que en refinerías de otros países, como lo demuestra el siguiente cuadro.

CUADRO 4.6

ESTRUCTURA DE LOS COSTOS DE OPERACION DE REFINERIAS, 1987.
(POR CIENTO)

C O N C E P T O	%
MANO DE OBRA Y OTROS GASTOS	30.4
PRODUCTOS USADOS EN OPERACION	9.7
DEPRECIACION	19.3
OTROS GASTOS Y COSTOS	40.6
T O T A L	100.0

FUENTE: PEMEX, ESTADOS FINANCIEROS 1986, MEXICO 1987.

Así, entre 1976 y 1980 las adquisiciones en el exterior de equipo, materiales y materias primas, de Petróleos Mexicanos, crecieron con la expansión de sus inversiones. Durante este período fueron realizados los grandes proyectos de transporte de gas, se desarrolló la explotación de los yacimientos de la Sonda de Campeche, se realizó parte importante de los proyectos petroquímicos y se pusieron en operación - las refinerías de Tula, Hgo., Cadereyta, N.L., y Salina Cruz, Oax., - (como se vió anteriormente) y aunque un elevado porcentaje de las adquisiciones de equipos, materiales y materias primas son de procedencia nacional, cabe señalar que en forma individual algunos de estos bienes estratégicos, e indispensables para la operación de la Industria Petrolera (tuberías, bombas, catalizadores, etc.), no se producen en el país o su producción es deficiente lo que confiere a esta industria una gran vulnerabilidad con relación al exterior. (Ver cuadro 4.7)

De acuerdo al programa de adquisiciones de Pemex esta empresa adquirió durante 1986, dentro del país, 56.5% de equipos, 43.3% de refacciones (Ver cuadro 4.7), lo que le confiere un grado importante de autonomía con respecto al exterior y constituye un ahorro considerable de divisas para la economía nacional. Sin embargo existen otros factores importantes que condicionan el desarrollo tecnológico, tales como los monopolios que ejercen algunas empresas especializadas en la oferta de equipos y servicios técnicos para la exploración y explotación del petróleo; como se vera más adelante.

CUADRO 4.7
PEMEX: PROGRAMA DE ADQUISICIONES 1/, 1986
PRINCIPALES EQUIPOS, REFACCIONES Y MATERIALES
(MILLONES DE PESOS)

CONCEPTO	NACIONAL	%	IMPORTADO	%	TOTAL	%
EQUIPO:						
- EQUIPO DE EXPLORACION, SISMOLOGIA Y GRAVIMETRIA	824	50.0	825	50.0	1,649	100.0
- COMPRESORES	3,046	32.3	6,371	67.7	9,417	100.0
- EQUIPOS CONTRA INCENDIO	1,016	41.4	1,440	58.6	2,456	100.0
- EQUIPOS DE REFRIGERACION Y AIRE ACONDICIONADO	1,284	46.4	1,484	53.6	2,768	100.0
- EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES	1,446	27.3	3,487	72.7	5,293	100.0
- EQUIPO DE TRANSP. MARITIMO Y PLUVIAL	10,612	40.2	15,794	59.8	26,406	100.0
- BOMBAS	3,381	67.0	1,665	33.0	5,046	100.0
- MOTORES DE COMB. INTERNA	530	28.7	1,444	71.3	2,024	100.0
- TURBINAS	588	15.9	3,109	84.1	3,697	100.0
- HERRAMIENTAS DE PERFORACION	4,086	62.0	2,505	38.0	6,591	100.0
- MALACATE DE PERFORACION	3,975	62.0	2,436	38.0	6,411	100.0
- EQUIPO PARA MANIOBRAS	1,502	44.0	1,909	56.0	3,411	100.0
- OTROS EQUIPOS	56,070	69.0	25,181	31.0	81,251	100.0
SUB-TOTAL	88,410	56.5	68,010	43.5	156,420	100.0
REFACCIONES:						
- REFACCIONES PARA COMPRESORES	3,563	30.4	8,176	69.6	11,739	100.0
- REFACC. PARA EQUIPO CONTRA INCENDIO	4,056	50.0	4,060	50.0	8,116	100.0
- REFACC. PARA EQUIPO TRANSP. AEREO	166	15.0	943	85.0	1,109	100.0
- REFACC. PARA MALACATES DE PERFORACION	399	62.0	245	38.0	644	100.0
- REFACC. PARA MOTORES DE COMB. INTERNA	5,989	59.9	4,004	40.1	9,993	100.0
- REFACC. PARA TURBINA	421	8.4	4,614	91.6	5,035	100.0
- BALEROS, SELLOS P/ACEITE Y ACCESORIOS	674	43.7	870	56.3	1,544	100.0
- REFACC. PARA BOMBAS CENTRIFUGAS	1,421	48.4	1,512	51.6	2,933	100.0
- REFACC. PARA BOMBAS RECIPROCANES	2,362	56.6	1,810	43.4	4,172	100.0
- REFACC. PARA CALDERAS	1,652	52.1	1,516	47.9	3,168	100.0
- REFACC. PARA TRANSP. MARITIMO Y PLUVIAL	167	32.6	345	67.4	512	100.0

CUADRO 4.7 (CONT.)

C O N C E P T O	NACIONAL	%	IMPORTADO	%	TOTAL	%
- OTRAS REFACCIONES	29,625	64.7	870	56.3	1,544	100.0
SUB-TOTAL	50,495	53.3	44,255	46.7	94,750	100.0
MATERIALES:						
- CONEXIONES P/TUBERIA	5,093	63.6	2,919	36.4	8,012	100.0
- HERRAMIENTA EN GENERAL	2,348	71.4	940	28.6	3,288	100.0
- MATERIAL ELECTRICO	4,782	83.9	921	16.1	5,703	100.0
- MATLES. Y ACCESORIOS P/LABORATORIO	705	46.9	799	53.1	1,504	100.0
- METALES, SOLDADURAS Y FUNDENTES	2,152	67.0	1,060	33.0	3,212	100.0
- SUSTANCIAS QUIMICAS	27,709	64.0	15,586	36.0	43,295	100.0
- TUBERIA	47,315	83.0	9,704	17.0	57,019	100.0
- VALVULAS	13,203	82.0	2,896	18.0	16,099	100.0
- OTROS MATERIALES	38,267	93.9	2,495	6.1	40,762	100.0
SUB-TOTAL	141,574	79.1	37,320	20.9	178,894	100.0
TOTAL	280,479	65.2	149,585	34.8	430,064	100.0
R E S U M E N						
EQUIPOS	88,410	56.5	68,010	43.5	156,420	100.0
REFACCIONES	50,495	53.3	44,255	46.7	94,750	100.0
MATERIALES	141,574	79.1	37,320	20.9	178,894	100.0
TOTAL	280,479	65.2	149,585	34.8	430,064	100.0

1/ NO INCLUYE ARRENDAMIENTO Y SERVICIOS.

FUENTE: PEMEX, GERENCIA DE ADQUISICIONES, PROGRAMA DE ADQUISICIONES DE PETROLEOS MEXICANOS PARA 1986.

4.2 LA TECNOLOGIA EN LA INDUSTRIA PETROLERA.

La industria petrolera es de las más complejas y especializadas en cuanto a tecnología. Además el mercado de servicios tecnológicos, muestra un elevado grado de concentración, si bien existen actualmente diversas empresas especializadas en venta de equipos, materiales y servicios técnicos, éstas de alguna manera se asocian o están controladas por las grandes corporaciones multinacionales. Por otro lado las Compañías Transnacionales concentran la mayor parte de la investigación en técnicas nuevas y mejoradas para la exploración, explotación, refinación y procedimiento del crudo; sin embargo; no mantienen el control de la tecnología, ésta es desarrollada por las empresas especializadas.

Es apreciable el alto grado de especialización que tienen algunas empresas en la oferta de equipo y servicios técnicos para la exploración y explotación del petróleo. Del total de las ventas de equipo y servicios técnicos el 88% corresponde a 3 empresas: - - Halliburton, Schumberger y Lanser Industries. Como puede verse en el Cuadro 4.8

El grado de concentración en el mercado de la tecnología de refinación no es muy alto, a diferencia de lo que ocurre normalmente demandada en la exploración y producción del petróleo. En este caso la tecnología utilizada en la refinación, aunque abarca una amplia gama de técnicas más o menos perfeccionadas y complejas, es desarrollada por varias empresas en el mundo.

CUADRO 4.8

ALGUNOS DE LOS PRINCIPALES CONTRATISTAS Y PROVEEDORES DE MATERIAL DE LA INDUSTRIA
DEL PETROLEO: VENTAS Y MATERIALES EN EL MERCADO, 1977
(EN PORCENTAJE)

EMPRESAS	EQUIPO MATERIAL DE PERFORACION			MATERIAL PARA POZOS			SERVICIOS TECNICOS	
	BARRENAS	TUB.DE	JUNTAS	DISPO.DE PERFOR.	OBTURADORES	EQUIPO DE SEGURIDAD	SONDEO DE ENTUBADO	SONDEO ENTUBADO
BAKER INTERNACIONAL	12	6	31		56	15		
LAUSSER INDUSTRIES	17				12	31	12	16
HALLIBURTON					24	18	3	6
HUGHES TOOLS	38	3	58					
SCHLUMBERGER (1)				10			84	44
SMITH INTERNACIONAL	25	58		50				
OTRAS	8	33	11	30	8	36	2	34
T O T A L	100	100	100	100	100	100	100	100
TOTAL DE VENTAS DE LA INDUSTRIA (EN MILLONES DE DOLARES)								
E.E.U.U.	280	57	47	32	117	518	295	301
OTROS PAISES	33	47	38	9	55	267	185	154
TODO EL MUNDO (1)	363	104	85	41	172	785	480	458

FUENTE: BULLETIN DE INDUSTRIE PETROLERE, PARIS 27 DE DICIEMBRE DE 1977; CREDIT INDUSTRIELET COMMERCIAL.

NOTA: (1) CON EXCEPCION DE S'CHLAMBERGER QUE ES FRANCO-AMERICANO TIENEN SU SEDE EN E.E.U.U.

(2) CON EXCLUSION DE LOS PAISES SOCIALISTAS.

Así tenemos que la tecnología de refinación del petróleo está en manos de institutos de investigación como el Instituto Francés del Petróleo, de empresas especializadas como la Universal Oil Products - (UOP), de empresas de servicio técnicos como Lummus o Kellog, de compañías petroleras como Exxon y en algunos casos de empresas de servicios técnicos con sede en países subdesarrollados. Las barreras a la entrada del mercado, resultantes de ventajas en los costos absolutos son bajas, en lo que concierne a las operaciones de refinación de tipo corriente. Sin embargo, las ventajas de los costos de las empresas existentes son importantes en las técnicas más complejas como en el craqueo a vapor y los procesos catalíticos.

De los puntos desarrollados y discutidos anteriormente se puede decir que la autodeterminación tecnológica alcanzada por la Industria Petrolera, a la que ha contribuido de manera importante el IMP, en materia de ingeniería y tecnología de proceso, constituye un elemento importante para su desarrollo futuro; sin embargo es necesario continuar promoviendo la fabricación nacional de equipos y materiales importados a fin de reducir su vulnerabilidad con respecto a proveedores extranjeros.

Se hace necesario por tanto destinar recursos a las actividades de investigación y desarrollo tecnológico y promoción industrial a fin de consolidar y ampliar la autodeterminación tecnológica adquirida por la industria petrolera.

Como se dijo anteriormente el proceso de conversión se ha desarrollado en los últimos años, esto es que los procesos que involucran el sistema de conversión se han multiplicado y esto ha ocurrido a nivel mundial, en nuestro país la parte de conversión que ha sufrido constantes avances ha sido la desintegración catalítica y en función de este avance, se presenta el desarrollo efectuado en cada refinería.

4.3 LA DESINTEGRACION CATALITICA EN PEMEX Y SU AVANCE.

Iniciando con un análisis evolutivo de la desintegración catalítica a nivel internacional para posteriormente mostrar el avance que PEMEX ha logrado en esta actividad, en cada una de las refinerías.

La desintegración catalítica ha sido el producto de constantes avances en refinación que empezaron por el procesamiento a altas temperaturas de los destilados intermedios y pesados del crudo. La desintegración puramente térmica tuvo su auge en la década de 1940 - 1950.

La gasolina obtenida por desintegración térmica permitió elevar sustancialmente la calidad debido al mayor octanaje de la misma en comparación con la gasolina obtenida de la destilación primaria. Sin embargo tenía una gran desventaja doble: un alto contenido de mono y diolefinas (generadores de polímeros) y baja susceptibilidad al Tetraetilo de Plomo.

En la segunda década del siglo XX empezaron los esfuerzos por desarrollar procesos comerciales, basados en el uso de catalizadores - ácidos que permitieran modificar el rendimiento de calidad de los - productos de desintegración.

En 1945 Eugenio Houdry inventó un proceso que usaba una arcilla activada como catalizador de lecho fijo. Cerca de 1940 la Socony - Vacuum desarrolló el proceso de desintegración catalítica llamada - Thermofofor (TCC) que utilizaba un catalizador granular de arcilla. Este proceso (TCC), modificado, aún se utiliza en dos refinerías de PEMEX, localizadas en Salamanca y Minatitlán; un diagrama de este - proceso se ilustra en la Fig. 4.1.

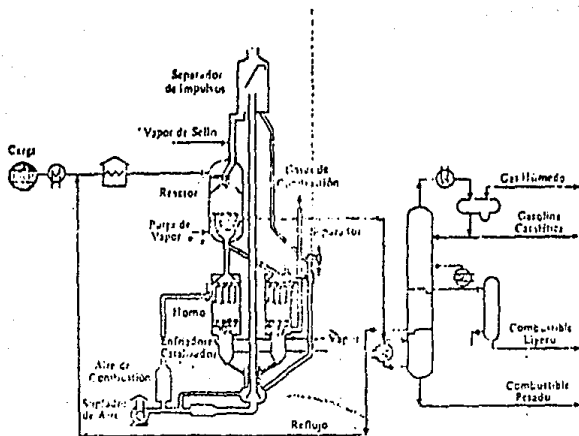


FIGURA 4.1
DESINTEGRADORA CATALÍTICA THERMOFOR (T.C.C.)
MOBIL OIL CORP.

El descubrimiento y perfeccionamiento de los sistemas de fluidización de partículas y el manejo de estas partículas fluidizadas - usando el principio de flujo mediante diferencia de densidades, - llevó a la Standard Oil de New Jersey al desarrollo comercial de sistemas de desintegración catalítica en lechos fluidizados. La primera unidad de ese tipo entró en operación en 1942 y trabajó con catalizador molido de baja alúmina, tal y como se muestra en la Figura 4.2.

A partir de esta primera unidad, han hecho avances considerables - en los detalles de construcción y operación.

La Esso desarrolló el Modelo IV en 1951 que permitió reducir altura y diámetro en las unidades sin sacrificar capacidad. Actualmente Pemex posee dos unidades de este tipo en las refinerías de - - Azcapotzalco y Cd. Madero, la segunda de las cuales se ha modificado para aumentar su capacidad.

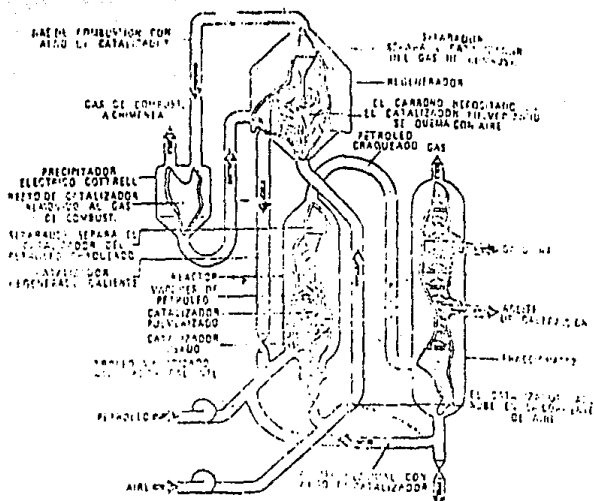


FIGURA 4.2
TÍPICA UNIDAD ANTIGUA DE CRAQUEO CATALÍTICO
TIPO FLUIDO.

El diseño Orthoflow de la M.W.Kellogg en 1951, permitió la eliminación de todas las tuberías externas y juntas de expansión y ha sufrido diversas modificaciones desde el modelo A (original) pasado por el modelo C (de doble tubo de reacción) hasta llegar al Modelo F el cual se encuentra en operación actualmente en la refinería de Tula, Hidalgo.

Este último modelo de la Kellogg en el cual ya no existe lecho denso en el reactor, se ha visto impulsado por el uso de catalizadoras zeolíticas mucho más activos que los amorfos que se usaron hasta hace algunos años. Los catalizadores zeolíticos requieren de menos tiempo de contacto en el aceite para minimizar la formación de coque. Lo anterior ha llevado a algunas compañías a modificar sus diseños mecánicos o las condiciones de proceso de tal manera de limitar la zona de reacción a los tubos elevadores o montantes.

EVOLUCION DE LA DESINTEGRACION CATALITICA EN MEXICO.

En el año de 1956 Petróleos Mexicanos inició la operación de su primera planta desintegradora catalítica. En la refinería de Minatitlán - Ver., se empleó el proceso catalítico Thermoform (TCC).

Desintegradora Catalítica Thermoform
(T.C.C.) de Minatitlán.

Este proceso fué desarrollado y patentado por SOCONY MOBIL OIL CO. y comúnmente se le llama (T.C.C.)

La Fig. 4.1 muestra un diagrama general de la sección catalítica de la T.C.C. El tipo de reactor mostrado se diseñó para manejar una carga combinada de vapores y líquido.

El siguiente paso de actualización en la tecnología fué el cambio al proceso catalítico fluido y en 1959 Petróleos Mexicanos inauguró su primera unidad modelo IV de la Esso en la refinería "18 de Marzo" en Azcapotzalco, D.F.

Desintegradora Catalítica F.C.C. de
Azcapotzalco.

La unidad es del tipo de presión balanceada con el reactor y el regenerador a la misma elevación y fué diseñada para operar bajo cualquiera de sus dos aspectos el A y el E. el caso "A" consiste de una carga fresca de 18,000 mil barriles por día de operación, de aceite cíclico pesado con una conversión de 64.9% en volumen.

La operación en el caso "E" consiste de una carga fresca de 25,000 barriles por día de operación, de gasóleo pesado, no se procesa material de recirculación obteniéndose una conversión de 56.3% por volumen.

El caso "A" se considera como el caso básico de diseño y el "E" como el caso de carga máxima; sin embargo, la unidad es capaz de operar bajo cualquiera de estos dos casos a un 125% de su capacidad normal de diseño. Esta unidad se muestra en la Figura 4.3.

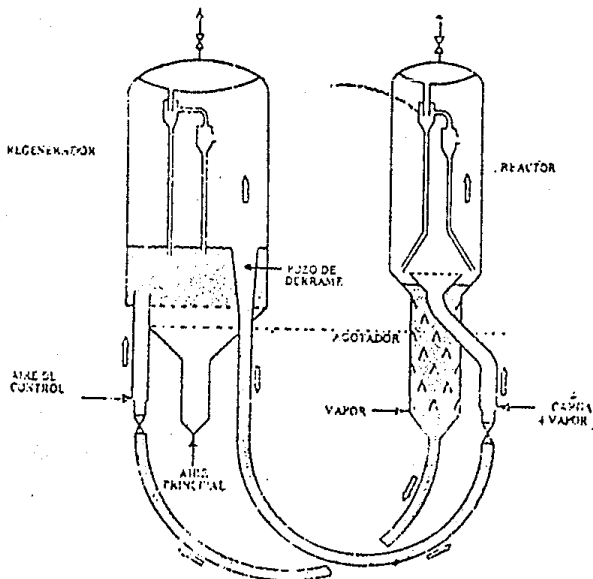


FIGURA 4.3
 MODELO IV
 ESSO RESEARCH AND ENGINEERING Co.

Al poco tiempo de iniciada la operación de la F.C.C., la Planta de de sintegración térmica de esta refinería dejó de trabajar como tal y se convirtió en reductora de viscosidad. Esto marcó el fin de la desintegración térmica en PEMEX, amplió su capacidad de desintegración catalítica inaugurando en Cd. Madero, Tamps. una planta modelo IV semejante a la de Azcapotzalco.

En 1965 se inicia la operación de la última planta catalítica T.C.C. en la refinería "Antonio M. Amor" de la ciudad de Salamanca, - - - Guanajuato.

Un paso importante en la evolución del proceso de desintegración catalítica lo marcó el empleo de catalizadores zeolíticos. Dicho empleo, entre otras ventajas, aumentó la capacidad de todas las plantas.

La catalítica de F.C.C. de Azcapotzalco en el año de 1966 fué la Primera que cambió a catalizadores zeolíticos.

Se continuaron introduciendo perfeccionamientos y cambios en el proceso catalítico fluido como por ejemplo la puesta en marcha de la F.C.C. de Minatitlán, Veracruz en 1967. Esta es del tipo Montante recto y - está patentado por U.D.P. Process Div. y se ilustra en la Fig. 4.4

En los nuevos diseños de las unidades F.C.C. ha habido una marcada - tendencia a incrementar la presión del regenerador. La razón principal del cambio ha sido el cambio de la cinética de regeneración y de la eficiencia de los ciclones. En el año de 1976 Pemex inició la operación de su primera planta catalítica modelo Orthoflow F, en la refinería Miguel Hidalgo, en Tula, Hidalgo. (Ver Fig. 4.5).

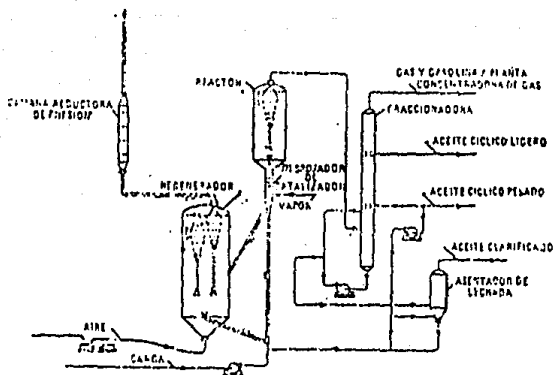


FIGURA 4.4.
MONTANTE RECTO (STACK)
U.O.P. PROCESS DIV.

Esta planta está actualmente en periodo de prueba para obtener los máximos rendimientos que serían aplicables a las futuras plantas catalíticas próximas a operar y cuyas construcciones ya se han iniciado en: Salamanca, Guanajuato, Salina Cruz, Oaxaca y Cadereyta en Nuevo León.

Planta Desintegradora Catalítica Orthoflow "F"
de Tula (Diseño M.W. Kellogg Co.)

La planta desintegradora catalítica que aquí se describe, se ha diseñado para una carga de 40 MB/D de gasóleo virgen y produce: gas ácido para recuperación de azufre, gas residual desulfurado para gas combustible, propano L.P.G., butanos butilenos L.P.G., gasolina debutanizada, aceite cíclico ligero y aceite decantado.

Se ha diseñado con la flexibilidad necesaria para trabajar, usando un catalizador tipo mallas moleculares en cualquiera de las dos formas siguientes muy diferentes entre sí:

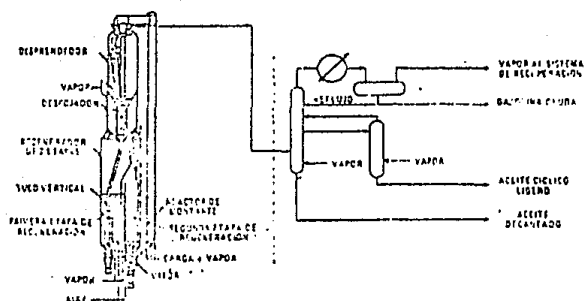


FIGURA 4.5
ORTHOFLOW F
KELLOGG Co.

1. A Producción máxima de gasolina con una conversión de 82.5% en volumen y una recirculación de 5% en volumen formada con residuo de la decantación y aceite cíclico pesado.
2. A Producción máxima de destilado medio con una conversión de 63% en volumen y una recirculación de 30% en volumen de aceite cíclico pesado y 5% en volumen de residuo.

4.3.1 AMPLIACIONES Y MODIFICACIONES.

Las modificaciones y ampliaciones sufridas por las plantas de Petróleos Mexicanos (plantas catalíticas) han tenido dos grandes justificaciones.

- 1.- Aumentar la capacidad de procesamiento para cumplir las demandas del mercado.
- 2.- Cambiar materiales y condiciones de operación que permitan prolongar las corridas útiles de plantas, abatiendo considerablemente los costos y permitiendo una prolongación más eficiente de la producción en los diversos centros de trabajo.

Cambio de capacidad,

A la fecha 2 plantas han sido ampliadas: La T.C.C. de Minatitlán en 1962 y la F.C.C. de Cd. de Madero en 1977.

1.- TCC de Minatitlán.

Diseñada originalmente para 10,000 B/D, (5,300 B/D de carga líquida y 4,700 B/D de carga de vapores) de carga fresca y recirculación de 5,000 B/D; en 1963 fué ampliada para aumentar su capacidad a 21,980 B/D (13,780 B/D de carga líquida y 8,200 B/D de carga de vapores).

Para cumplir con este programa de cargas se hicieron los siguientes cambios: la unidad de desintegración fué remodelada para aumentar la recirculación del catalizador, se instaló un nuevo soplador para el empuje del catalizador regenerador y el soplador existente se destinó para proporcionar aire de combustión, de enfriamiento y sello para las piernas del catalizador.

La unidad de fraccionamiento se modificó en sus sistemas de reflujo, mediante cambios en bombas y en el arreglo de los sistemas de intercambio de calor.

2. FCC de Madero.

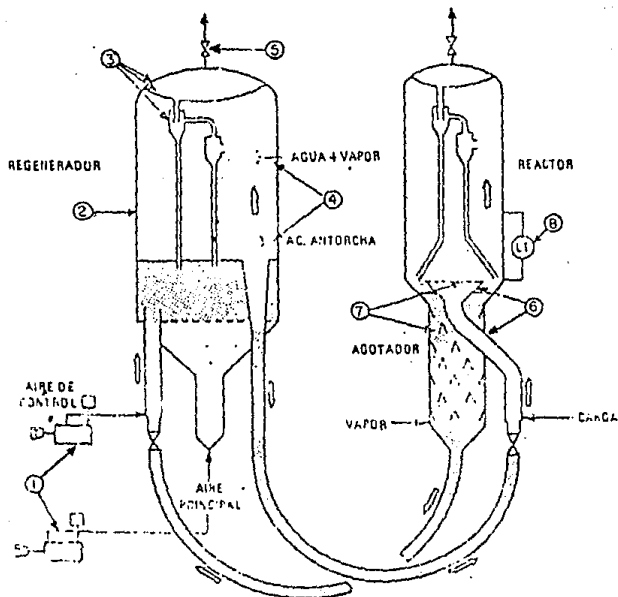
Inaugurada en 1960 con una capacidad de 35,000 B/D, ha sido ampliada recientemente para una capacidad de 51,000 B/D de carga fresca y - 10,200 B/D de recirculación.

Debido a la dificultad para disponer de gasóleos vírgenes como carga fresca, la ampliación se ha desarrollado tomando en cuenta alimentación de gasóleos desasfaltados y gasóleos hidrotratados para completar las nuevas cargas de diseño.

La ampliación está basada en la operación a presiones más altas y - con catalizadores zeolíticos de alta actividad, con las consecuentes variaciones en las condiciones de proceso.

Las principales modificaciones al equipo incluyen: (Fig. 4.6) la sustitución de los sopladores originales por uno sólo de gran capacidad el aumento de volumen del regenerador y su operación a mayor presión, tomando en cuenta la resistencia de los materiales existentes en el cuerpo: el cambio de materiales del domo, incluyendo ciclones, para permitir las mayores temperaturas de operación necesarias para abatir el contenido de carbón en el catalizador regenerador; la adición de espreas de agua de enfriamiento de aceite de antorcha y de vapor apagado y purga, para controlar los desequilibrios momentáneos en el balance de calor y modificaciones en el sistema de gases de combustión.

FIGURA 4.6
 FCC. CD. MADERO
 MODIFICACIONES PRINCIPALES DEL SISTEMA
 REACTOR - REGENERADOR



Además de las modificaciones descritas para el regenerador, el reactor sufrió la sustitución del elevador y cono de alimentación, la rejilla y el agotador, así como la relocalización de las tomas para la indicación de nivel del lecho fluido.

Por su parte, el sistema de carga se modificó mediante la adición de un calentador a fuego directo para aumentar la temperatura de entrada de carga al reactor; la sustitución de las bombas de carga por una de mayor capacidad, y la sustitución de los cambiadores de calor de carga contra fondos de la fraccionadora.

- Modificaciones.

La principal modificación en la operación ha consistido en el cambio de catalizadores amorfos a zeolíticos, con lo cual se ha visto notablemente incrementada la conversión en un solo paso, requiriendo menor recirculación de aceite pesado y permitiendo un aumento neto en la capacidad de procesamiento de la carga fresca. Actualmente se ha estandarizado el uso del catalizador CBZ-1 (Grace Davison) en todas las unidades FCC y de Durabed-8 (Mobil y Kali) en las unidades TCC.

Aparte de lo anterior, las diversas unidades han sufrido modificaciones menores que se pueden sintetizar en:

- a) FCC Minatitlán: Independización de los condensadores y cambiadores de calor para permitir reparaciones sin necesidad del paro de la planta; independización de las válvulas deslizantes; aumento de capacidad de bombeo de los circuitos críticos y cambio de refractario en reactor y regenerador.
- b) FCC de Azcapotzalco: Cambio en las dimensiones de los ciclones (permitiendo la reducción en las pérdidas de catalizador de 6 ton/día según diseño, a 3.5 T/D en promedio); cambio de refractario en reactor y regenerador; colocación de filtros de arena y grava en el sistema de tratamiento con amina; colocación de líneas de lavado con agua en las torres despropanizadora y desbutanizadora para eliminar ensuciamiento por arrastre de sosa en los tratadores; colocación de una línea para enviar a almacenamiento la carga de la despropanizadora para sacarla de operación en casos críticos; colocación de un venteo adicional en la descarga del separador para permitir operar éste a control de flujo de descarga, disminuyendo al mínimo los cambios de velocidad y aumentos en el número de agujeros en la placa perforada del reactor, para aumentar la circulación del catalizador.

d) FCC Tula: Líneas que permiten operar sin la torre absorbedora-agotadora principal (en caso de falla del compresor del proceso o en etapas de arranque y usar la torre desbutanizadora con carga directa de gasolina de la fraccionadora principal; línea que permite usar el agua desflemada, del sistema de tratamiento de aguas ácidas, como agua de lavado de los condensadores de entrepasos y del segundo paso de compresión del agua de proceso, en lugar del agua de pozo que tenía de diseño (agua de baja calidad).

El diseño usado en las plantas desintegradoras catalíticas da la flexibilidad necesaria para operarlas, tanto para obtener la máxima producción de aceite cíclico ligero. Para Petróleos Mexicanos esto permite, cumplir con la demanda del mercado nacional y tener ocasionalmente, excedentes para exportación.

Los catalizadores Durabead 8 y CBZ-1 que actualmente se usan en las plantas catalíticas, de acuerdo a las variantes en las condiciones de operación también pueden orientar a que la reacción sea hacia la producción de máxima gasolina o hacia las de máximo aceite cíclico ligero.

C A P I T U L O V

FACTORES QUE AFECTAN EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA PETROLERA NACIONAL

CAPITULO V

México inicia su Desarrollo Tecnológico con un retraso considerable respecto a los países industrializados (como se vió anteriormente). En este sentido, el proceso de industrialización en México requiere de tecnología, equipos, materiales y conocimientos técnicos de los países industrializados.

En México, existe una tendencia por adoptar la tecnología extranjera sin modificarla sustancialmente de acuerdo a los requerimientos y recursos del país. El proceso de adopción-asimilación-adaptación-generación termina por ser un proceso imitativo sin repercusiones importantes en el Desarrollo Tecnológico propio.

La preocupación de los aspectos tecnológicos ha resultado mas bien como consecuencia de desequilibrios evidentes en la estructura económica, o como respuesta aislada a lo que se consideraba la aplicación de la ciencia y la tecnología disponible a problemas específicos del subdesarrollo, tales como la agricultura, la vivienda, la salud, etc.

La Nacionalización de la Industria Petrolera en 1938 (como se vió en el capítulo II) dió el control absoluto a la exportación de hidrocarburos al estado, lo que permitió orientarla e integrarla en el proceso de recuperación y crecimiento económico.

En este capítulo se analizan algunos de los factores condicionantes del desarrollo tecnológico en nuestro país, tales como la concentración de los mercados de materiales, equipo y servicios técnicos y otros referentes a las políticas de investigación y desarrollo económico.

5.1 TECNOLOGIA Y POLITICAS DE DESARROLLO ECONOMICO.

En general la política económica que caracteriza el período de 1950 a 1970 en varios países de América Latina y México, se orientó a acelerar el crecimiento industrial, mediante, la producción indiscriminada del mercado doméstico, el subsidio y la asistencia crediticia, y la aplicación de políticas fiscal y monetaria expansivas.

De alguna manera este tipo de políticas asumieron la existencia de algún mecanismo automático de adaptación, asimilación y generación de tecnología que entraría en funcionamiento con el crecimiento industrial. La conjunción de una actitud pasiva en cuanto a tecnología y de un esquema de política económica que castigaba el desarrollo tecnológico doméstico, llevó a un desarrollo desarticulado que dejó sin resolver e incluso agravó la desigualdad social y el desempleo, a pesar del acelerado crecimiento económico inducido por la expansión de la economía y el comercio mundial.

El período 1970 a 1980 se caracterizó por un crecimiento acelerado de los países de América Latina, aunque a menor ritmo que en las décadas anteriores, sustentado en el endeudamiento externo y en algunos casos como el de México, la exportación de productos primarios, al final de la década de los setentas y comienzos de los ochentas se pone nuevamente en evidencia, los efectos de una dinámica tecnológica dependiente de las economías en vías de desarrollo, dejando otra vez sin resolver los problemas fundamentales de crecimiento sostenido, empleo y distribución del ingreso. Aunque en menor intensidad que en otros países latinoamericanos, la economía mexicana enfrenta una de las crisis más agudas, la que se combina con tasas de inflación sin precedente y marcados desequilibrios en la economía en general.

No ha existido una percepción clara del papel que le compete al desarrollo tecnológico, entendido como una capacidad nacional y regional de generación, adaptación y asimilación de tecnologías, siempre se ha asumido que la política tecnológica es independiente del esquema general de políticas de desarrollo económico. Es evidente que el desarrollo tecnológico no es inducido en forma automática por la aceleración del crecimiento económico y que la sola regulación y control de la transferencia de tecnologías es insuficiente para resolver los problemas que causa la dependencia tecnológica.

Queda también en evidencia que el crecimiento económico basado en el subdesarrollo científico y tecnológico lleva necesariamente a la agudización del desequilibrio externo y a dejar sin solución los problemas fundamentales que toda política de desarrollo debe orientarse a resolver: el desempleo y la desigual distribución del ingreso.

5.2 EL DESARROLLO TECNOLÓGICO DE MEXICO.

El proceso de industrialización en México se inicia a finales de los años treinta cuando se decide a abandonar el modelo de desarrollo hacia afuera y se adopta un modelo basado en la política de sustitución de importaciones.

Existen varios factores que condicionan, restringen y obstaculizan el desarrollo tecnológico de la economía mexicana, entre ellos, la cultura, la escasez de recursos, la falta de estímulo, el tamaño del mercado, las restricciones institucionales, la falta de conocimiento, etc.

Algunos indicadores del desarrollo tecnológico en México, son los siguientes: el país cuenta con 2.4 investigadores por cada 10,000 habitantes, mientras que Estados Unidos tiene 26 y la URSS 53; (Ver cuadro 5.2).

En cuanto a la Industria Petrolera Nacional, ésta tuvo una capacidad de autodeterminación tecnológica limitada, desde sus orígenes hasta la década de los sesentas.

A partir de la creación del IMP, se dan las bases para una mayor autodeterminación tecnológica en lo que corresponde a ingeniería básica y de detalle en las áreas de refinación y proyectos de explotación. El avance en la petroquímica es menor ya que su nacimiento en México data de los años sesentas.

Por lo que toca a materiales, equipos y materias primas, si bien el proceso de industrialización, ha permitido la fabricación nacional de algunos de estos bienes, las importaciones de los mismos son considerables. (Como se vió anteriormente).

La autodeterminación tecnológica lograda ha sido en las áreas de ingeniería. Sin embargo, se observa un avance limitado en las actividades de investigación y desarrollo de nuevos procesos en relación a las grandes Firmas de Ingeniería y Servicios Técnicos, así como a las Empresas Petroleras Internacionales.

Se estima que el presupuesto del IMP para investigación y desarrollo es por lo menos 35 veces inferior al de Exxon, 11 veces menor al de la Standard Oil de California y 9 veces menor que el de Mobil. En relación al gasto total de Investigación y Desarrollo de la Industria Petrolera de los Estados Unidos, el gasto de PEMEX, sería menos del 1%. Lo que es aún más grave PEMEX estaría gastando apenas el 6% del

gasto promedio de Investigación y Desarrollo en la Industria Petrolera Norteamericana.

Ahora bien en México, al igual que en el resto de los países Latinoamericanos, el avance y la dependencia tecnológica están íntimamente ligados al proceso de sustitución de importaciones (Ver cuadro 5.1). En la primera etapa de este proceso México produce los bienes más simples y precisos de los no indispensables, es decir disminuye el margen de importaciones, posteriormente viene la segunda etapa del proceso de sustitución. En ésta, México avanza hacia las manufacturas y los bienes de capital ligero. El margen de las importaciones se estabiliza y las sustituciones se hacen más difíciles, lo que convierte a la sustitución en no rentable.

Con la explotación de los nuevos yacimientos del sureste, a partir de 1976, el crecimiento económico se apoya en la exportación de hidrocarburos.

A nivel global, el avance tecnológico de México fué muy rápido en la primera etapa del proceso sustituido de importaciones, debido a que se producían bienes tecnológicamente sencillos. Sin embargo, al ir avanzando el proceso y avance tecnológico fué cada vez más difícil porque las tecnologías necesarias eran más sofisticadas, lo que ocasionó que el avance tecnológico fuera más lento. Incluso, al recurrir con mayor frecuencia a la importación de maquinaria, equipo y conocimientos técnicos, el proceso que culminaría en la generación de tecnologías propias quedo truncado.

CUADRO 5.1
EL PROCESO DE SUSTITUCION DE IMPORTACIONES Y EL AVANCE
TECNOLOGICO EN MEXICO

ETAPA	CARACTERISTICAS DEL PROCESO SUSTITUTIVO DE IMPORTACIONES	CARACTERISTICAS TECNOLOGICAS
1a. Etapa. Crecimiento con Inflación.	Etapa "fácil" del proceso. Se producen localmente bienes de consumo y manufacturas muy simples. Disminuye el coeficiente de importaciones. El desarrollo industrial se limita a ciertas ramas e industrias específicas. La agricultura es el motor de la industrialización en este período. El mercado interno es pequeño.	Es relativamente simple reproducir tecnologías y producir los bienes tradicionales. Sin embargo, a medida que aumentan las necesidades tecnológicas. Se incrementan los vínculos con las economías proveedoras de equipo y bienes de capital. La tecnología importada es intensiva en capital. Por lo que absorbe poca mano de obra. La escala de producción no coincide con las necesidades internas.
2a. Etapa. Crecimiento con Estabilidad.	Etapa "difícil" del proceso. Se producen bienes intermedios y algunos bienes de capital. El crecimiento agrícola se desacelera. Surgen serios desequilibrios en la balanza de pagos. Ante las necesidades crecientes de insumos industriales, el coeficiente de importaciones permanece estable. El sector servicios adquiere peculiar importancia. La deuda externa adquiere niveles enormes.	La tecnología incorporada a los bienes es de mayor complejidad, por lo que muchos insumos industriales y equipo se importan. - Aumentan las incompatibilidades entre las tecnologías importadas y la oferta de mano de obra y el mercado interno. La dependencia tecnológica adquiere mayor significación y gravedad. Aumenta la participación del capital extranjero en los sectores más dinámicos de la economía; las empresas transnacionales monopolizan el mercado tecnológico.

CONTINUA CUADRO 5.1

EL PROCESO DE SUSTITUCION DE IMPORTACIONES Y EL AVANCE
TECNOLOGICO EN MEXICO

ETAPA	CARACTERISTICAS DEL PROCESO SUSTITUTIVO DE IMPORTACIONES.	CARACTERISTICAS TECNOLOGICAS
3a. Etapa menor crecimiento con inflación (1971 - 1976) Crisis de 1976	Se intentan sustituir bienes de capital, aunque sólo se consiguen éxitos marginales. Se inicia una sustitución negativa en algunos sectores intermedios y de capital. Los desequilibrios macroeconómicos se agravan. La deuda y la inversión extranjera aumentan. Estos factores marcan el "agotamiento del proceso".	Se hace evidente la heterogeneidad tecnológica, es decir, la coexistencia de sectores que emplean las técnicas más modernas y avanzadas con aquéllos que utilizan técnicas arcaicas y obsoletas. Las primeras se vinculan a fuentes tecnológicas externas, y las segundas a internas. Las empresas trasnacionales - dominan la tecnología de los sectores más dinámicos de la economía.
4a. Etapa crecimiento acelerado con <u>in</u> flación. (1977 - 1981)	El modelo de sustitución de importaciones como motor del desarrollo económico de México pierde importancia. El crecimiento económico se sustenta en un modelo de exportación de hidrocarburos, el cual se muestra débil - ante las fluctuaciones de los precios internacionales del petróleo. La <u>deu</u> da externa adquiere dimensiones sin precedente. El pago del servicio de la deuda se convierte en la restricción más importante para financiar - el desarrollo.	A nivel nacional, la heterogeneidad tecnológica continúa siendo <u>vá</u> lida. Se importan grandes cantidades de maquinaria y equipo, procesos y conocimientos petroleros. Se avanza en la autodeterminación petrolera.

FUENTE: IMP, Subdirección de Planeación Económica e Industrial con base en metodología propia y de la CEPAL.

5.3 FACTORES CONDICIONANTES DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO.

Partiendo del hecho de que México inicia su evolución científica y tecnológica con un enorme retraso respecto a los países industrializados y que países con las mismas condiciones económicas de México tienen en la actualidad un avance tecnológico mayor que el de nuestro país, resulta necesario explicar los factores que condicionan, restringen y obstaculizan el desarrollo tecnológico; con el fin de establecer diversas estrategias para lograr un desarrollo científico y tecnológico integral.

(1) Los países industrializados tienen un adelanto tecnológico de años respecto a nuestro país. Este fenómeno se debe a condiciones históricas específicas y no a la falta de inventiva de los mexicanos.

(2) La competencia juega un papel fundamental en el desarrollo tecnológico es por eso que durante la revolución industrial los mayores cambios técnicos, inventos o innovaciones tecnológicas fueron hechas, por productores que competían por ganar mayor mercado, mejor que por científicos o ingenieros.

(3) El proceso de sustitución de importaciones supone el creciente proteccionismo por parte del estado, por medio de altos aranceles y tarifas a la importación, que reduce la competencia de los productos mexicanos con los del exterior. Esto a su vez provoca que el objetivo primordial de los productores de México sea el mercado interno. Olvidándose de los mercados externos que representan precisamente la oportunidad de un desarrollo capitalista.

(4) Mientras que en los países industrializados existe una vinculación estrecha de la Investigación y Desarrollo que se realiza en las Universidades con las necesidades del sector productivo, en México existe una total disociación entre los institutos de educa-

ción superior y las universidades con el sector industrial.

(5) Mientras que los países industrializados destinan grandes recursos para Investigación y Desarrollo, México canaliza pocos recursos financieros para este tipo de actividades. En ese sentido, los recursos financieros captados por el CONACYT apenas pasaron de 0.1% del PIB en 1970 a 0.7% del PIB en 1982. Entre 1976 y 1981, la inversión en ciencia y tecnología se elevó de 0.39% a 0.56% con relación al PIB. (2).

En los países avanzados los gastos de Investigación y Desarrollo como porcentaje del PIB se sitúan alrededor del 3% en la actualidad.

(6) En México existe una escasez muy importante de recursos humanos destinados a la investigación. El porcentaje de investigadores para cada 10,000 habitantes es incluso menor que en algunos países con el mismo desarrollo económico (Ver cuadro 5.2).

CUADRO 5.2

Número de investigadores en 1981.

PAIS	No. DE INVESTIGADORES/10,000 HABITANTES
MEXICO	2.4
ARGENTINA	5.6
ESTADOS UNIDOS	26
URSS	52.7

FUENTE: FLORES EDMUNDO, ET. AL., LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA EN MEXICO. CONACYT 1a. ed. 1982.

(2) Ver CONACYT, informe de labores 1977-1982, México Nov. 1982

Ya que la industria petrolera es la base de la economía nacional, es importante detectar y atacar los problemas que debilitan la estructura y el crecimiento de ella, se ha observado que los principales problemas son: falta de modernización de las instalaciones, problemas de operación y mantenimiento, dependencia tecnológica, poca capacidad de adaptación y problemas laborales. Estos problemas se pueden contrarrestar con programas de ahorro de energía, optimización en el control y operación de los procesos; programas de investigación y desarrollo para disminuir la dependencia tecnológica y optar por una relación sana entre trabajadores y sindicato.

En la medida que estas recomendaciones se lleven a cabo, la estructura y el crecimiento de esta industria será importante para el desarrollo económico del país (es importante señalar que estas acciones dependen de las restricciones financieras y crediticias).

Con lo anterior se lograría la autosuficiencia total en la demanda interna, permitiendo lograr una mayor participación internacional, - la cual queda sujeta a las restricciones del mercado petrolero internacional como pueden ser agudización de la competencia, caída de la demanda y políticas de fijación de precios, entre otros. Con esto se eliminaría la posición marginal y nos permitiría tener una mayor participación.

C A P I T U L O V I
DIAGNOSTICO DE LA INDUSTRIA DE REFINACION

CAPITULO VI

En este capítulo se presenta un diagnóstico de la situación que guarda la Industria de Refinación, tanto a nivel Nacional como a nivel Internacional, es decir se tomarán los factores importantes que condicionan la situación o la posición que presenta la Industria de Refinación a nivel nacional (mercado interno), como a nivel internacional (exportaciones), así como la posición que presentan las plantas de los países desarrollados, los cuales marcaron la pauta a seguir.

Se muestra una proyección de la distribución regional de la capacidad de refinación internacional, es decir una tabla con los datos de las nuevas refinerías (proyectos), ampliaciones y capacidades por región geográfica.

Teniendo el diagnóstico de la actividad de refinación, se dará la posición que tiene a nivel nacional, esto con la finalidad de establecer claramente las debilidades y fortalezas con las que cuenta PEMEX, teniendo los parámetros adecuados, se puede hacer un análisis de la situación que realmente presenta PEMEX se tocarán en este análisis factores que representan ventajas y desventajas, para que contrarrestando las desventajas y las debilidades, PEMEX logre la estructura necesaria para poder tener peso en el mercado de los petrolíferos a nivel internacional, después de haber logrado una eficiente alimentación y satisfacción del mercado interno.

6.1 LA POSICION DE PEMEX EN LOS MERCADOS DE PRODUCTOS PETROLIFEROS.

El desarrollo de la industria de refinación por PEMEX ha sido dinámico en los últimos diez años y se orientó a satisfacer al mercado interno, en donde ejerce un monopolio otorgado por el estado.

La evolución que muestra la capacidad de refinación en México es semejante a la instalada en los países de la OPEP, quienes en su mayoría - han nacionalizado gran parte de sus industrias de refinación.

En relación a las grandes empresas petroleras integradas, el crecimiento de la capacidad de refinación de PENEX ha sido importante.

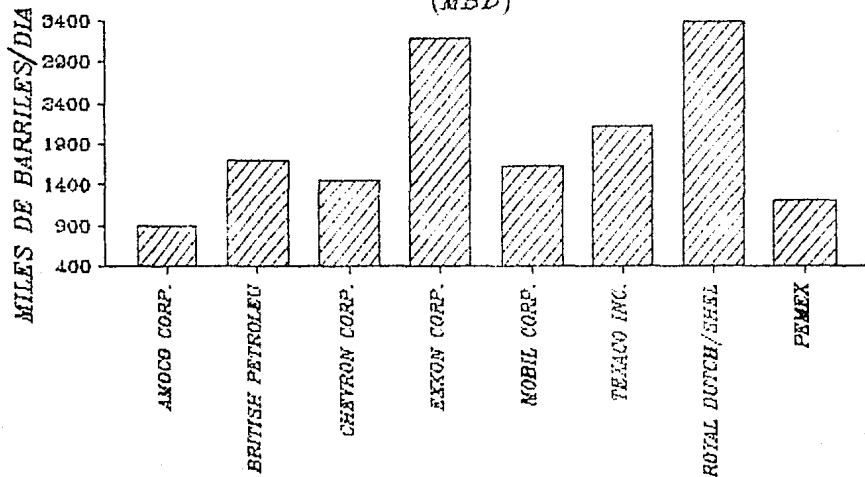
Ahora bien los volúmenes procesados por PENEX representaron en 1986, - únicamente 35.5 y 37 por ciento en relación a la Royal/Dutch Shell y - la Exxon (Ver gráfica 6.1), las principales empresas petroleras transnacionales y fueron superiores a los volúmenes de la Amoco Corporation, lo que significa que las principales empresas procesaron dos veces más el volumen de PEMEX, controlado así una mayor parte del mercado de productos petrolíferos.

Cabe señalar que la posición estratégica a nivel internacional de las diferentes empresas refinadoras de petróleo se conforma entre las dos guerras mundiales a través de una serie de acuerdos, por los que se reparten el mercado y se establecen mecanismos de cooperación entre - ellas y barreras a la entrada a otros inversionistas a esta actividad.

No obstante la reducción de sus capacidades de proceso y de sus operaciones en los últimos diez años, las empresas transnacionales ejercen aún el control de una parte considerable de la industria de refinación a nivel mundial, en donde excluyendo las capacidades de proceso de la U.R.S.S., Europa del este y China, el crudo procesado por las siete empresas más importantes representó aproximadamente el 32.9% en 1986 contra 40.5% en 1977, lo que les da aún una posición importante en esta - industria (Ver cuadro 6.1)

GRAFICA 6. 1

CRUDO Y LIQUIDOS DEL GAS PROC. 1986
(MBD)



EMPRESA

CUADRO 6.1
 CRUDO PROCESADO POR EMPRESA: 1977 - 1986
 (POR CIENTO)

COMPANIAS	1977	1980	1984	1986
AMOCO CORPORATION	2.6	2.2	2.1	1.9
BRITISH PETROLEUM COMPANY	4.0	4.1	4.0	3.8
CHEVRON CORPORATION	4.9	4.7	3.3	3.3
EXXON CORPORATION	9.3	8.9	7.6	7.9
MOBIL CORPORATION	4.4	4.2	3.8	3.5
TEXACO INC.	6.2	5.4	4.8	4.5
ROYAL DUTCH/SHELL GROUP	9.1	8.1	7.9	8.0
TOTAL SIETE EMPRESAS	40.5	37.6	33.5	32.9
PEMEX	1.8	2.3	2.8	3.1
OTRAS EMPRESAS	57.7	60.1	63.7	64.0
TOTAL *	100.0	100.0	100.0	100.0
(MBD)	46700	46625	42555	40326

* NO INCLUYE U.R.S.S., EUROPA DEL ESTE Y CHINA

FUENTE: S.P.L.P., REALIZADO A PARTIR DE DIVERSAS FUENTES.

De esta manera, la capacidad de refinación y los volúmenes de crudo procesado (2.8% en relación al total de los países de economía de mercado), confieren a PEMEX una posición intermedia en relación a otras empresas petroleras a nivel internacional.

Por otra parte la actividad de refinación desarrollada por PEMEX muestra diferencias fundamentales en relación a su orientación, misión, objetivos y estrategias de desarrollo, con otras empresas refinadoras.

La misión y objetivo de PEMEX han orientado la actividad de refinación a satisfacer prioritariamente al mercado interno, con lo que y debido al tamaño y comportamiento dinámico de la demanda interna, se ha limitado su participación en el mercado internacional de petrolíferos.

Por lo que se puede ver, la participación de PEMEX en el mercado internacional de petrolíferos ha sido marginada, dado que sus exportaciones en 1983 representaron aproximadamente 0.8% del total mundial de petrolíferos exportados, contra 5.2, 5.4 y 16.7% de las empresas refinadoras de Arabia Saudita, Venezuela y el bloque socialista respectivamente.

La industria petrolera nacional muestra así una apertura al exterior limitada, en relación a otros países cuyas industrias han sido orientadas al exterior, como son los casos de Arabia Saudita, Emiratos Arabes Unidos, Holanda, Bélgica y Venezuela cuyas exportaciones en relación a la producción de petrolíferos superaron el 50% en 1986, cuando en México las exportaciones representaron 5.2% de la producción (Ver cuadro 6.2)

En 1984 el 86.7% de sus exportaciones de petrolíferos se destinaron a los Estados Unidos*, y su acción a nivel internacional en la refinación se limitó a una participación en la empresa Petronor en España.

* En las compras de PEMEX en el total importado por ese país representaron 4.8% y 0.6% de su consumo de petrolíferos.

CUADRO 6.2
 EXPORTACIONES DE PETROLIFEROS EN RELACION A LA PRODUCCION POR PAIS, 1986
 (EN PORCIENTO)

0 a 10	10 a 25	25 a 50	50 a 75	75 a 100
U.S.A.	CANADA	IRAK	ISLAS VIRGENES	ANTILLAS HOLANDESAS
MEXICO	ECUADOR	RUMANIA	VENEZUELA	KUWAIT
ALEMANIA	FRANCIA		BELGICA	KATAR
EGIPTO	ITALIA		HOLANDA	ARGELIA
NIGERIA	REINO UNIDO		ARABIA SAUDITA	
CHINA	IRAN		EMIRATOS ARABES U.	
	INDONESIA		GABON	
	OCEANIA		LIBIA	
	U.R.S.S.		SINGAPUR	

$$a = \frac{x}{p} * 100$$

ECUACION QUE SE UTILIZA PARA POSICIONAR A LOS PAISES, EN DONDE:

X : EXPORTACIONES (EN MBD)

P : PRODUCCION (EN MBD)

FUENTE: S.P.L.P., EVOLUCION HISTORICA DE PEMEX

Esto muestra una clara diferencia entre las orientaciones de PEMEX en el comercio internacional de petrolíferos, por lo que la evolución de la industria de refinación continuará en estrecha relación con el comportamiento y estructura del mercado interno, al que destina más del 90% de su producción de petrolíferos.

Por otra parte, la situación que impera actualmente en el mercado exterior, caracterizada por un exceso de capacidad de refinación, un aumento de la competencia entre refinadores, la caída de la demanda y de los precios de los petrolíferos, y el aumento del proteccionismo - comercial en los países importadores de refinados, ofrece a PEMEX menores oportunidades de expansión importante en ese mercado.

6.2 DIAGNOSTICO.

El crecimiento de la industria de refinación en México, se verá limitado en el futuro. Jugará un papel importante la situación financiera y disponibilidad de recursos de PEMEX, para llevar a cabo las inversiones requeridas, tanto en ampliaciones como en modernización de las plantas.

Las perspectivas de la economía y la expansión y modernización de la refinación.

Las dificultades financieras que ha enfrentado PEMEX y el sector público, debido principalmente a la caída de los precios internacionales del crudo, han conducido a diferir los proyectos de ampliación - de la capacidad de refinación de crudo y la construcción de un nuevo centro de refinación.

En 1983 se encontraban en etapa de construcción, ingeniería y proyectos, diversas plantas de refinación. Los problemas financieros hicieron que se cancelaran algunos proyectos y en septiembre de 1985, uni

camente seguían vigentes las ampliaciones de las refinerías de Tula y Salina Cruz II.

El agravamiento de las finanzas públicas en 1985 y las pocas posibilidades de recuperación económica en los próximos años llevaron a un recorte presupuestal para 1986, difiriendo la ampliación de la refinería de Salina Cruz II, quedando únicamente la ampliación de la refinería de Tula de 165 MBD de destilación primaria.

Las restricciones presupuestales que se han dado en los últimos años, podrían conducir a la importación de petrolíferos en mayores cantidades o a recurrir a la maquila en el extranjero de volúmenes crecientes de crudo, por lo que como alternativamente se plantearía la necesidad de mantener o disminuir aún, el ritmo de crecimiento relativamente bajo del consumo nacional de petrolíferos de los últimos años, por medio de mayores precios y la promoción de ahorro y uso eficiente de la energía, además de optimizar la operación de la planta instalada.

Debido a los recortes del presupuesto en 1987, las inversiones en economías de la energía en refinación y la modernización de las plantas más antiguas y menos eficientes se retrasaron; igualmente, los proyectos de construcción ampliaron su periodo de realización, por lo que la incorporación de capacidad de proceso y aumento de la producción es menos dinámica.

La evolución de la industria de refinación en el largo plazo se caracterizará por un crecimiento menos dinámico, lo que contrastaría con la situación de regresión prevista para esta industria en la mayoría de los países desarrollados. La industria continuará satisfaciendo en alto porcentaje el consumo interno, con una apertura al exterior muy limitada.

En relación a la estructura de la producción de petrolíferos que depende de la calidad del crudo y la estructura de la planta de refinación, se observa una mayor participación de los combustibles. Esta situación se derivará de una mayor disponibilidad y participación del crudo pesado maya en la carga de refinación.

La disponibilidad creciente de combustible permitirá hacer frente a la demanda de combustibles industriales, contra una producción de gas natural seco.

El segundo grupo de productos en importancia continuarán siendo las gasolinas, las que mantendrán con poca variación su participación. Vistos en su conjunto, las gasolinas, turbosinas, tractogas, tracto mex y diesel, estos carburantes automotrices y turboreactores, representarán 47.8% de la producción total, lo que significaría la continuidad de la dependencia del sistema de transporte con respecto a los petrolíferos.

En cuanto al gas licuado su participación no logrará cubrir el consumo interno y las importaciones representarían un bajo porcentaje del consumo aparente.

En relación a los productos petrolíferos no energéticos, (gases, lubricantes, asfaltos, etc.), estos mantendrán su participación alrededor del 4%, por lo que la producción no alcanzaría a satisfacer la demanda nacional y las importaciones representarían aproximadamente el 7% en relación al consumo aparente en 1993.

Se preveen serias restricciones al crecimiento de la planta productiva y por ende, a la satisfacción del consumo nacional de petrolíferos, por lo que habrán de adoptarse medidas tendientes a reducir la demanda de petrolíferos y promover la diversificación de la oferta de energía en el país.

Por otra parte, en relación al mercado internacional, la industria nacional de refinación a mediano plazo, tendrá debido a las restricciones señaladas en su producción, una participación limitada y se podrá convertir en importadora neta de petrolíferos a fines de la presente década o principios de los años noventas.

En general, la industria nacional de refinación no jugará un papel importante en el comercio internacional de petrolíferos, y su producción como hasta ahora, se destinará en gran parte al mercado interno, por lo que se mantendrá al margen de los cambios estructurales que se operan en esta industria a nivel internacional.

De esta manera, se prevé que, entre 1987 y 1990 entrarán en operación 1806 MBD de capacidad de destilación primaria en los países a economía de mercado, de los cuales el 33.3% corresponderán al Medio Oriente; 21.7% a Latinoamérica y Caribe, y 18.7% corresponderán al continente Africano, lo que hará en conjunto un total de 73.7% (Ver cuadro 6.3).

Ahora bien este proceso podría sufrir retrasos en los proyectos debido a dificultades financieras de los países sub-desarrollados, pero - sin embargo, continuará dicha tendencia.

La evolución esperada de la refinación hace preveer un incremento de los movimientos internacionales de petrolíferos, como se ha venido observando en los últimos años, contrariamente a la evolución del comercio internacional de crudo. Lo anterior, significa una mayor competencia en el mercado internacional, la cual se apoya en menores precios debido a la caída de la demanda en los principales países consumidores y acelerar en estos la reestructuración y disminución de las capacidades de refinación.

CUADRO 6.3
DISTRIBUCION REGIONAL DE LA NUEVA CAPACIDAD DE REFINACION, 1987-1990
(MILES DE BARRILES DIARIOS)

REGION	REFINERIAS		AMPLIACIONES		TOTAL PROYECTOS		%
	NUMERO	CAPACIDAD	NUMERO	CAPACIDAD	NUMERO	CAPACIDAD	
EUROPA OCCIDENTAL	1	100	1	50	2	150	8.3
AFRICA	3	312	1	26	4	338	18.7
MEDIO ORIENTE	2	426	3	176	5	602	33.3
LEJANO ORIENTE	2	180	3	76	5	256	14.2
AMERICA DEL NORTE	1	44	1	24	2	68	3.8
CARIBE/AMERICA DEL SUR	0	0	6	392	6	392	21.7
TOTAL	9	1062	15	744	24	1806	100

NOTA: INCLUYE EN AMERICA DEL SUR LOS PROYECTOS DE TULA Y SALINA CRUZ.

FUENTE: S.P.L.P., REALIZADO A PARTIR DE DIVERSAS FUENTES. (PEMEX)

Frente a esta situación los refinadores de los Estados Unidos, el principal mercado petrolero, han pedido a su gobierno se establezcan medidas proteccionistas y mayores impuestos a los importadores de petrolíferos; resultaría costoso y con alto riesgo para PEMEX destinar recursos a proyectos de exportación o diversificaciones en el exterior, considerando además las necesidades financieras del sector público y de la industria petrolera.

De esta manera, a fin de reducir la vulnerabilidad que ocasiona la dependencia del mercado exterior, PEMEX deberá considerar como fuente de ingresos y utilidad el mercado interno y sustentar su desarrollo en estrategias de diversificación de actividades.

Lo anterior permite definir de manera esquemática el siguiente diagnóstico de la actividad de refinación. (Ver Cuadro 6.4).

PEMEX

FORTALEZAS

- DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA A BAJO COSTO.
- CAPACIDAD DE PROCESO IMPORTANTE, DE ACUERDO AL MERCADO NACIONAL.
- GRADO IMPORTANTE DE AUTOSUFICIENCIA TECNICA.
- EXPERIENCIA ADQUIRIDA EN LA ACTIVIDAD ANTES Y DESPUES DE 1938.
- INFRAESTRUCTURA TECNICA, PRODUCTIVA Y HUMANA.

DEBILIDADES

- DEFICIT FINANCIERO DE OPERACION
- DISPONIBILIDAD LIMITADA DE RECURSOS FINANCIEROS.
- CRECIMIENTO DINAMICO DE LOS COSTOS DE OPERACION.
- ELEVADA CARGA FISCAL.
- FALTA DE MODERNIZACION DE LAS INSTALACIONES (AHORRO DE ENERGIA, CONTROL Y OPERACION, PROCESOS, ORGANIZACION, ETC.)
- SUBUTILIZACION DE LA CAPACIDAD DE CONVERSION.
- PROBLEMAS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO.
- DEPENDENCIA TECNOLOGICA EN ALGUNOS PROCESOS DE CONVERSION, EN RELACION CON EL EXTERIOR (IMPORTACION DE LICENCIAS, MATERIALES Y EQUIPOS ESTRATEGICOS).
- POCA CAPACIDAD DE ADAPTACION A LOS CAMBIOS TECNOLOGICOS (PROCESOS, ORGANIZACION, PRODUCTOS, ETC.)
- PROBLEMAS LABORALES ENTRE ADMINISTRACION Y SINDICATO.
- ALTO GRADO DE INTEGRACION Y CONCENTRACION.
- DIVERSIFICACION GEOGRAFICA LIMITADA Y PARTICIPACION MARGINAL EN EL COMERCIO INTERNACIONAL.
- DETERIORO DE LA IMAGEN DE LA INDUSTRIA.
- CONTROL DE LA POLITICA DE PRECIOS POR EL GOBIERNO.
- RIGIDEZ DE LA PLANTA PRODUCTIVA A LAS CARACTERISTICAS DE LA OFERTA DE CRUDOS PESADOS.

6.3 DEBILIDADES Y FORTALEZAS DE PETROLEOS MEXICANOS.

En términos generales se podría caracterizar el desarrollo de PEMEX en la actividad de refinación, como positivo para la economía nacional, - al poner a disposición del consumidor nacional, los derivados del crudo en cantidades equiparables en la mayoría de productos al consumo interno, para lo que será necesario incrementar la capacidad de refinación a un ritmo semejante al de la demanda.

Sin embargo, no será desarrollado favorablemente para la empresa, ya - que significará a nivel global, déficits de operación para PEMEX, con lo que se limitará su desarrollo y posición en sus mercados.

PEMEX destinará al mercado interno más del 90% de su producción de petrolíferos y será en este mercado en donde sucedan los déficits de operación, contrariamente al mercado externo que resultará rentable para la empresa, pero en donde su posición competitiva en relación a otras empresas resultará marginal.

La participación de PEMEX en el mercado internacional será poco estable y generalmente estará condicionada a la existencia de excedentes - exportables que dependen del comportamiento del mercado interno y de - las condiciones de operación de la capacidad de refinación. La apertura al exterior de la industria nacional de refinación, será determinada por una parte, por la caída del consumo interno de petrolíferos y - por otra parte, por un incremento del proceso de crudo pesado que dará excedentes combustóleos.

Ahora bien, en relación a sus mercados, la situación global de la actividad de refinación, demandará de PEMEX, la adopción de medidas estratégicas, con el fin de rentabilizar la actividad en el mercado interno

y establecer una presencia permanente, aunque limitada, en el mercado internacional, dado que el nivel limitado de diversificación internacional, su concentración productiva en el mercado nacional y su tamaño en relación al cartel formado por las empresas transnacionales, no harán posible que esta empresa adquiera en el mediano plazo una mejor posición competitiva en el mercado internacional.

Las medidas estratégicas para el mercado nacional abarcarán la división de la política de precios internos, la orientación de la demanda de petrolíferos hacia una disminución de su ritmo de crecimiento y la racionalización de la producción de petrolíferos, con el fin de rentabilizar la actividad de refinación en el mercado interno.

En cuanto al mercado internacional, sin el objetivo de llegar a constituirse en exportador importante o alcanzar el tamaño de la mayor empresa petrolera, las medidas estratégicas deberán buscar consolidar la parte de mercado obtenida en el exterior.

Fijarse como objetivo estratégico alcanzar una mayor parte de mercado, cuando se prevé a mediano plazo el incremento de las capacidades de producción en empresas con mayor apertura hacia el exterior, ubicadas principalmente en el Medio Oriente.

Si bien, no se puede evaluar el impacto en el largo plazo de esta tendencia, se podrá establecer para el mediano plazo que la evolución de los precios internacionales de los petrolíferos incrementará la vulnerabilidad de las industrias de refinación de los países de crudo, con lo que se favorecerá la penetración en esos mercados de los productos provenientes de países productores, quienes poseen un abastecimiento de crudo seguro y a bajo costo que les otorgará una ventaja competitiva.

ANALISIS DEL MERCADO INTERNO

PEMEX

OPORTUNIDADES

- MONOPOLIO RESERVADO POR EL ESTADO.
- DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA.
- DISPONIBILIDAD DE CIERTOS MATERIALES FABRICADOS EN EL PAIS.
- DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HUMANOS CALIFICADOS.
- PROMOCION DE ALGUNAS MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGIA EN EL AUTOMOVIL.

AMENAZAS

- REPUNTE Y CRECIMIENTO DE LA DEMANDA INTERNA DE PETROLIFEROS.
- ESCASAS POSIBILIDADES DE DIVERSIFICACION DE LA OFERTA DE ENERGIA.
- PROCESO INFLACIONARIO.
- TASAS DE INTERES ELEVADAS.
- RESTRICCIONES CREDITICIAS.
- DEVALUACION DEL PESO
- DEFICIT FINANCIERO DEL GOBIERNO.
- ELEVADA PETROLIZACION DE LA ECONOMIA NACIONAL.
- POLITICA RESTRICTIVA DE INVERSION.
- AUSENCIA DE UNA POLITICA NACIONAL DE AHORRO DE ENERGIA.

ANALISIS DEL MERCADO EXTERNO

PEMEX

OPORTUNIDADES

AMENAZAS

- PROXIMIDAD DE LOS ESTADOS UNIDOS, EL PRINCIPAL MERCADO PETROLERO.
- ACCESO A LA TECNOLOGIA.

- AGUDIZACION DE LA COMPETENCIA
- CAIDA DE LA DEMANDA DE PETROLIFEROS Y DEMANDA DE MEJORES PRODUCTOS.
- CAIDA DE LOS PRECIOS.
- REGLAMENTACION ANTI-CONTAMINACION.
- ALTAS TASAS DE INTERES.
- RESTRICCIONES FINANCIERAS Y CREDITICAS.
- PROTECCIONISMO COMERCIAL.

Con base en los puntos analizados en este capítulo podemos decir que los factores condicionantes del desarrollo tecnológico están estrechamente ligados con las políticas económicas de nuestro país ya que la escasez de recursos, la falta de estímulo y las restricciones institucionales provocan que el desarrollo tecnológico sea muy lento, lo que a su vez conduce a un retraso tecnológico considerable con respecto a los países industrializados, y en consecuencia esto limita nuestro crecimiento económico.

Con un crecimiento económico limitado debemos instrumentar el manejo de indicadores de desarrollo tecnológico, como pueden ser; entre otros:

- a) La investigación científica; es de vital importancia destinar mayores recursos a ésta área ya que representa la base del desarrollo tecnológico.
 - b) Sustitución de importaciones; no obstante que el grado de autosuficiencia en equipos y materiales de 1er. orden es considerable, es importante continuar con la política de sustitución de importaciones.
 - c) Manejo de presupuestos; es muy importante destinar un mayor presupuesto a los proyectos destinados al desarrollo de nuevos procesos. Siendo estos los más importantes en este momento, no descartando la posibilidad que en otras situaciones surgan otros indicadores que tengan mayor relevancia.
- A través de estos indicadores sería posible cuantificar el grado de desarrollo tecnológico.

CONCLUSIONES

En términos generales y con base en el análisis del presente trabajo, podemos decir que los objetivos que se plantearon al inicio se cumplieron satisfactoriamente, ya que se logró describir el proceso de refinación, analizar el desarrollo tecnológico de la industria nacional de refinación, y se determinó el impacto económico así como la posición competitiva de Pemex en el mercado internacional, por lo cual concluimos lo siguiente.

El desarrollo de la Industria Nacional de Refinación ha sido positivo, ya que es después de la expropiación petrolera cuando la tendencia fue superar todas las dificultades para alcanzar un grado de autosuficiencia para satisfacer la demanda interna, a través de la ampliación y expansión de la planta productiva.

El territorio nacional cuenta con grandes reservas petroleras, de las cuales la mayor parte son de crudo pesado "maya" y una mínima parte de crudo ligero o "itsmo", estos tipos de crudo se utilizan como carga básica de los centros refinadores del país.

En el área de refinación es muy difícil considerar una tecnología universal para este proceso dada la diferencia de componentes de los crudos.

El crudo maya contiene un alto porcentaje de azufre y de metales. Estos componentes tienden a envenenar rápidamente los catalizadores y por ello se requiere un pretratamiento del crudo antes de someterlo a la refinación, esto conduce a crear procesos de desmetalización y desulfuración (obviamente esta es una aportación que por fuerza tiene que ser nacional); es en este proceso de refinación en donde se obtienen los diferentes productos en función del tipo de crudo alimentado y de la demanda de energéticos tales como gasolinas, diesel, kerosina, lubricantes, asfaltos, etc.

De acuerdo a la ubicación geográfica de los centros de refinación se abastecen de manera estratégica los productos petrolíferos a todo el país.

Como se vió anteriormente, al tener una mayor disponibilidad de crudo pesado, Pemex deberá de instrumentar una política agresiva conducente a efectuar investigación sobre este tipo de crudo, por que los crudos ligeros ya no son tan abundantes y han sido revalorados.

Esta investigación esta encaminada principalmente a los procesos de conversión, dentro de los cuales a la desintegración catalítica es a la que se le ha dado mayor importancia pues permite procesar los residuos de la destilación primaria para obtener mayor cantidad de productos (es por ello que ha sufrido mayores cambios tecnológicos), al tener un mayor grado de conversión se alcanza la autosuficiencia en la demanda interna y los excedentes de la producción son destinados a la exportación, con lo que se obtienen divisas para el país. Y esto conduce a lograr un lugar en el mercado internacional de petrolíferos.

Los países desarrollados destinan un gran porcentaje de su producción de petrolíferos al mercado internacional, mientras que Petróleos Mexicanos aporta una mínima parte de su producción, por lo cual le confiere una posición marginal dentro del contexto internacional.

Al tener Pemex una participación limitada en el mercado externo, deberá enfocar sus recursos a políticas de diversificación de productos y programas de ahorro de energía principalmente.

A P E N D I C E A

OPERACIONES BASICAS EN EL PROCESO
DE REFINACION DEL PETROLEO.

OPERACIONES BASICAS EN LA REFINACION DEL PETROLEO.

En este anexo se hace una breve descripción de las distintas plantas que integran una refinería. Cabe señalar que los procesos que aquí se describen son los más representativos y más comunes del sistema nacional de refinación. Pues existe una gran cantidad de plantas que son diferentes y exclusivas en cada refinería, debido al tipo de crudo que procesan y a los productos que se desea obtener en cada una de ellas, como ya se explicó en el Capítulo 2.

El orden en que se describen las operaciones individuales sigue el flujo de proceso de la refinación del petróleo, iniciando su primera etapa en las plantas de desalación y destilación primaria. Posteriormente las naftas, turbosina, kerosina, diesel y gasoleo, productos de la destilación primaria, se envían a purificación por medio de la hidrodesulfuración. La turbosina, kerosina y diesel en este punto ya se consideran terminados. Las naftas hidrodesulfuradas se envían a reformación catalítica para aumentar el índice de octano, mediante la reestructuración molecular que sufre la mezcla de hidrocarburos en este proceso.

Los residuos de la destilación primaria y de la destilación al vacío son enviados a la planta de desintegración catalítica con el objeto de obtener mediante este proceso de conversión gases combustibles como el propano y el butano, gasolinas y aceites ligeros.

En los procesos de hidrodesulfuración, endulzamiento de gas y plantas catalíticas, se desprende una gran cantidad de ácido sulfhídrico del cual se obtiene el azufre elemental, por medio de un proceso catalítico.

Este conjunto de plantas de proceso, conforma las llamadas operaciones básicas de refinación del petróleo.

En la descripción de cada una de ellas, se indica cuál es su objetivo, una breve descripción del proceso y su correspondiente diagrama de flujo, con la finalidad de que el lector pueda tener una visión más clara, del conjunto de operaciones y equipo, que están involucrados en el proceso de refinación del petróleo.

PLANTA DESALADORA Y ESTABILIZADORA DE CRUDO

PLANTA DESALADORA DE CRUDO.

OBJETIVO: La planta desaladora tiene como función eliminar la sal que trae el crudo para evitar obstrucciones y corrosión en el equipo que posteriormente lo va a procesar.

DESCRIPCION DEL PROCESO: El crudo de alta sal es bombeado desde un tanque de almacenamiento y al recibirse en la planta se le inyecta agua caliente y desemulsificante, pasando a calentarse y después a tanques de asentamiento donde se separa por diferencia de densidades, el agua salada del crudo. De los asentadores primarios pasa a un asentador secundario en donde se completa la separación. El crudo ya desalado es enviado como carga a la planta estabilizadora, para su posterior fraccionamiento.

PLANTA ESTABILIZADORA DE CRUDO

OBJETIVO: Tiene como función separar los hidrocarburos más ligeros del crudo, condensándolos y enviándolos a otros procesos para su aprovechamiento.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: El crudo de carga a la planta estabilizadora es precalentado y enviado a una torre de destilación en la cual, mediante la acción del calor se separan los hidrocarburos más ligeros que son condensados con agua y enviados al tren de fraccionamiento para obtener propano, butano y gasolinas. Los vapores que no se condensan son enviados mediante compresores a la corriente de gases de alimentación, con el fin de recuperarlos.

PLANTA DE DESTILACION PRIMARIA

OBJETIVO: Destilar crudo para obtener fracciones ligeras y un crudo reducido.

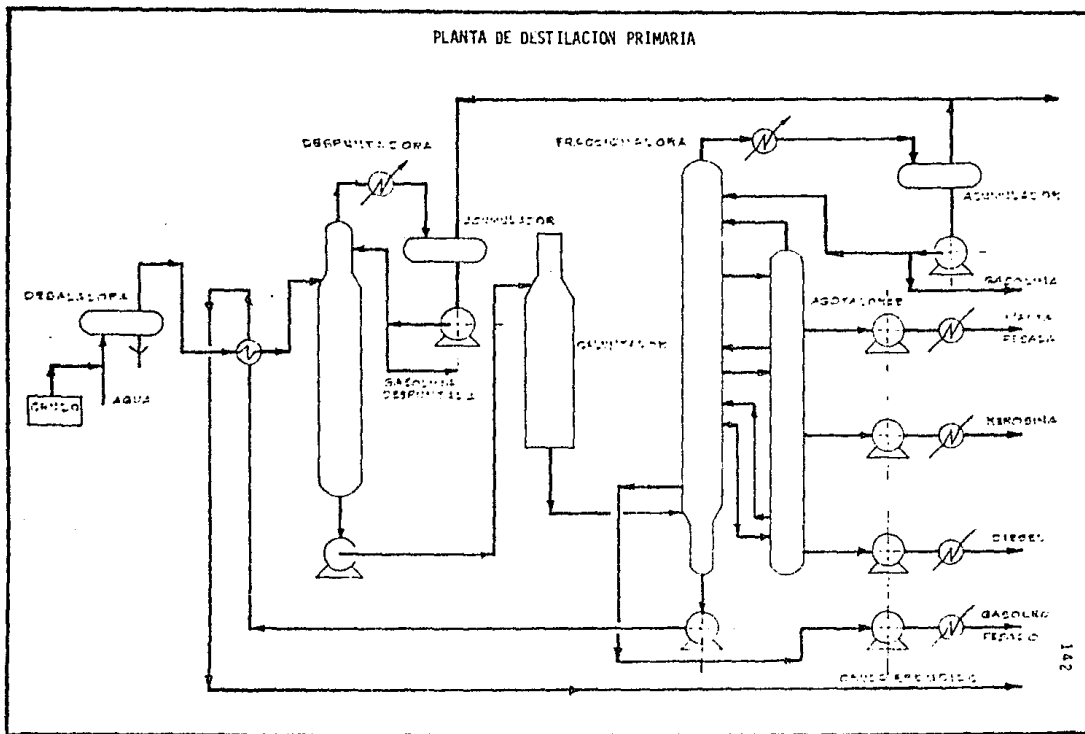
DESCRIPCION DEL PROCESO: El crudo proveniente del fondo de la des--
puntadora pasa por calentadores a fuego directo. En donde alcanza -
la temperatura de vaporización, antes de entrar a la fraccionadora.
Por el domo se obtiene algo de gas y la gasolina remanente. Como -
cortes laterales se tiene la nafta pesada, querosina, diesel y gaso
leo pesado. Por el fondo sale el crudo reducido que va a las prepara
doras de carga.

En este proceso se obtienen como productos: Gasolina, naftas pesa--
das, querosina, diesel, gasoleo pesado y crudo reducido.

Usos: La gasolina es usada en mezclas con otras gasolinas para pre-
parar la nova, también es usada como carga a los hidrodesulfurado--
ras. La nafta pesada se trata con sosa y se vende como turbosina, -
el diesel como tal o para diluir, el gasoleo pesado como carga a ca
talíticas, el residuo pesado como carga a las preparadoras.

DIAGRAMA A. 2

PLANTA DE DESTILACION PRIMARIA



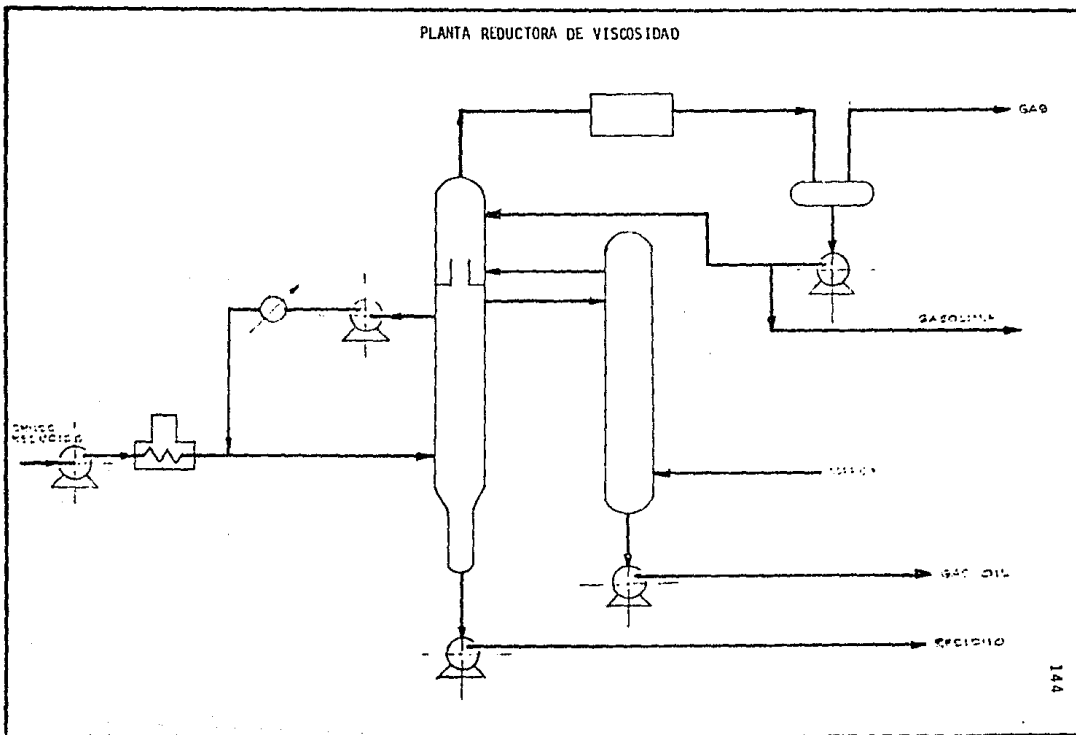
PLANTA REDUCTORA DE VISCOSIDAD

OBJETIVO: Tiene como objetivo, abatir la viscosidad del residuo de la preparadora de carga, que recibe ésta mediante una desintegración térmica de una severidad muy limitada, obteniéndose gas, gasolina y gasóleo en poca cantidad.

DESCRIPCION DEL PROCESO: La carga al proceso es de crudo reducido, la cual es precalentada, para posteriormente pasar al flash, el cual está equipado con un sistema para minimizar el consumo de energía - por el domo del flash, sale gasolina con gas residual, por el costado se obtiene por separación el gas oil y por el fondo se obtienen los residuos.

DIAGRAMA A. 3

PLANTA REDUCTORA DE VISCOSIDAD

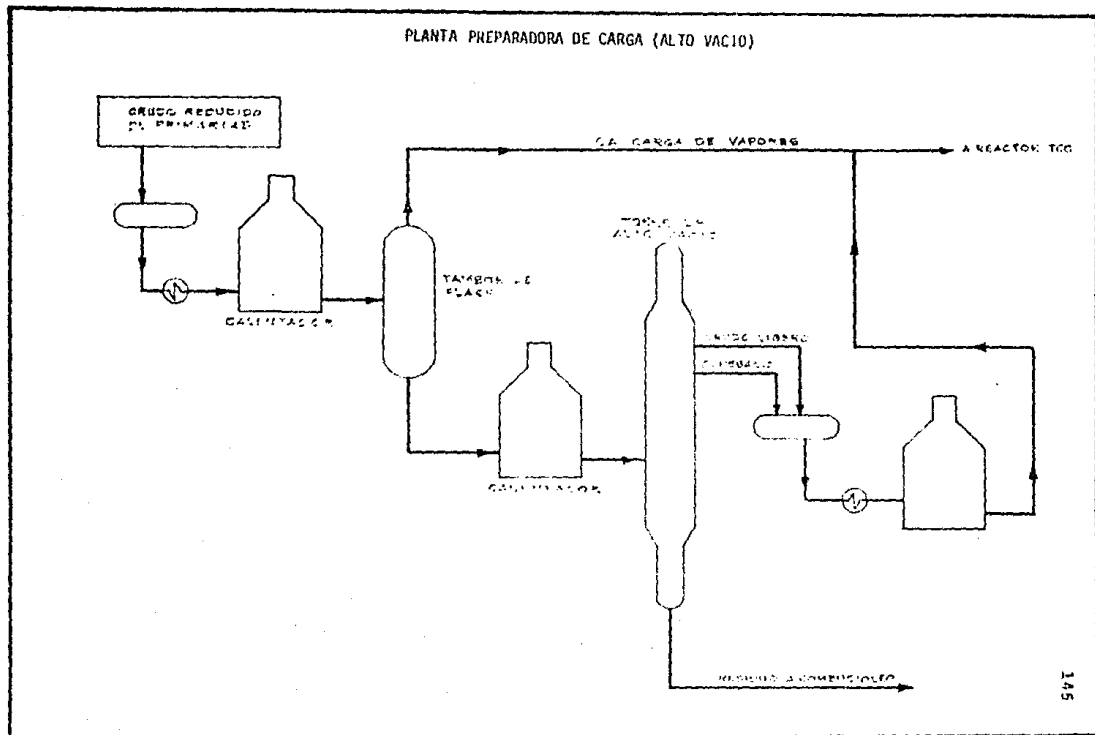


PLANTAS PREPARADORAS DE CARGA (ALTO VACIO)

OBJETIVO: Estas plantas tienen como finalidad procesar el residuo de las plantas de destilación primaria, y por destilación al alto vacío, obtener los gasóleos que sirven como carga a las plantas de desintegración catalítica.

DESCRIPCION DEL PROCESO: El crudo reducido de las plantas primarias se recibe en el tanque de balance, de ahí pasa por un calentador a fuego directo hacia la torre flash en la que se separa por el domo - la carga de vapores al reactor. Los fondos se envían a un calentador a fuego directo y de ahí a la torre de alto vacío donde se obtienen dos cortes de gasóleos que constituyen la carga líquida al reactor. La carga de vapores y carga líquida entran al reactor TCC donde se produce la conversión al contacto con la cama de catalizador.

DIAGRAMA A.4



PLANTA CATALITICA F.C.C.

OBJETIVO: Obtener gasolinas catalíticas de alto octano.

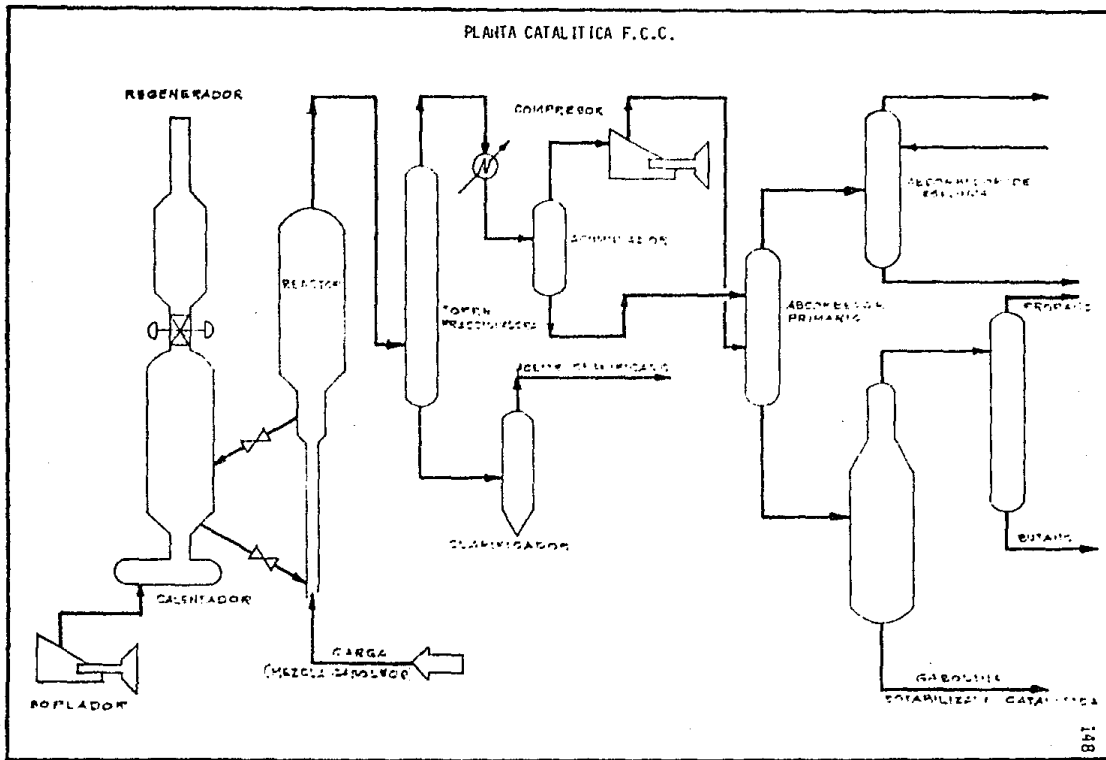
DESCRIPCION DEL PROCESO: El proceso emplea un catalizador en forma de esferas muy pequeñas (Si-Al) que se comporta como un fluido cuando se mueve con el aire (regeneración) y los vapores de los hidrocarburos (reactor) de ahí su nombre de desintegración catalítica de lecho fluidizado (F.C.C.), el catalizador circula en forma continua de las zonas de reacción a la de regeneración y aparte de promover la acción catalítica transmite el calor necesario para la reacción. Las presiones en el reactor regenerador son bajas 1.5 Kg/Cm^2 , y las temperaturas de $490-660^\circ\text{C}$, respectivamente.

En este proceso se obtienen los siguientes productos: Aceite clarificado, propano, butano y gasolina estabilizada.

Usos: El propano se utiliza como gas licuado (en mezclas o como tal), el butano en una forma idéntica al propano o en plantas de alquilación/polimerización, la gasolina para nova o en mezclas, el aceite cíclico ligero como diluyente o para diesel, y el aceite clarificado como diluyente de combustóleo.

DIAGRAMA A.5

PLANTA CATALITICA F.C.C.

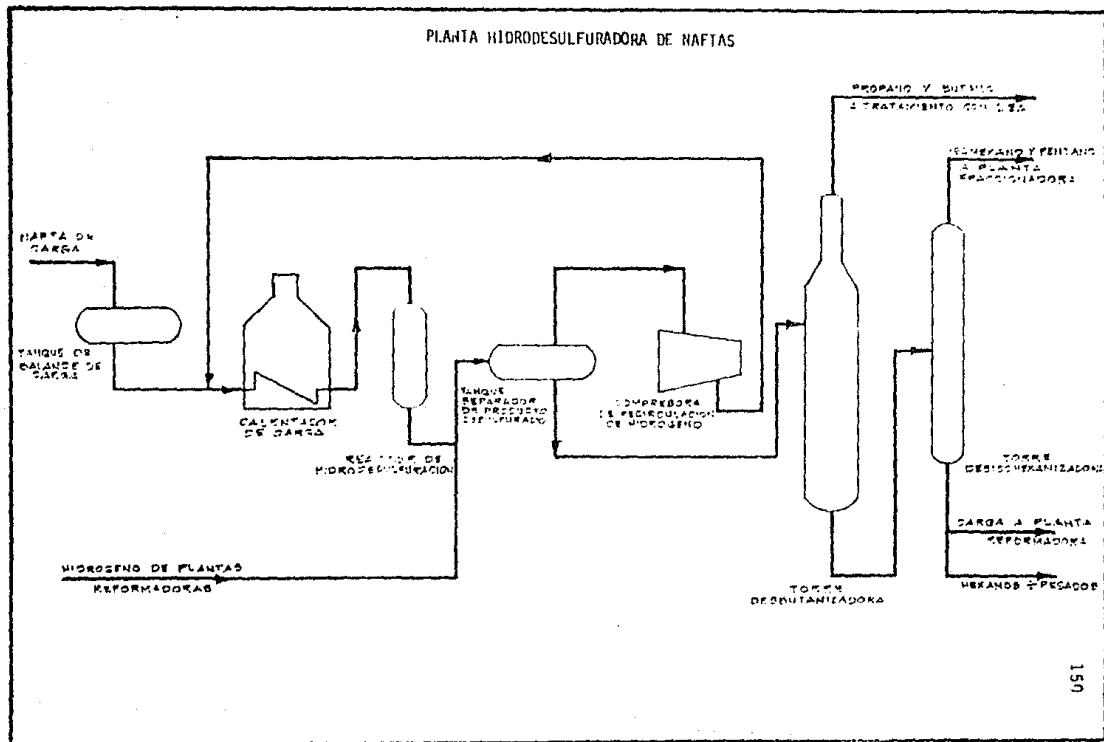


PLANTA HIDRODESULFURADORA DE NAFTAS

OBJETIVO: Producir nafta ligera y pesada libres de azufre que servirán de carga a las reformadoras de BTX y NP, respectivamente. El azufre es uno de los venenos del catalizador de estas reformadoras.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: La carga a la planta es una gasolina de destilación primaria. A la entrada de la planta se combina con una corriente de hidrógeno. La carga combinada se precalienta en un calentador a fuego directo. La temperatura a la salida del calentador es de 320° a 340°C, con la cual entra al reactor. El reactor cuenta con una cama catalítica de lecho fijo. El catalizador consiste de Ni, Cu y Mo soportados en esferas de alúmina. A la salida del reactor, los hidrocarburos, el azufre que se ha transformado en ácido sulfhídrico y el exceso de H₂, se enfrían y pasan a un separador que opera a -17 kg/cm², ahí el hidrógeno es recuperado por la parte superior y la fase líquida que sale por el fondo, se envía a la sección de estabilización, en donde se efectúa la separación de la nafta desulfurada, que se enviará posteriormente a la planta reformadora.

DIAGRAMA A.6

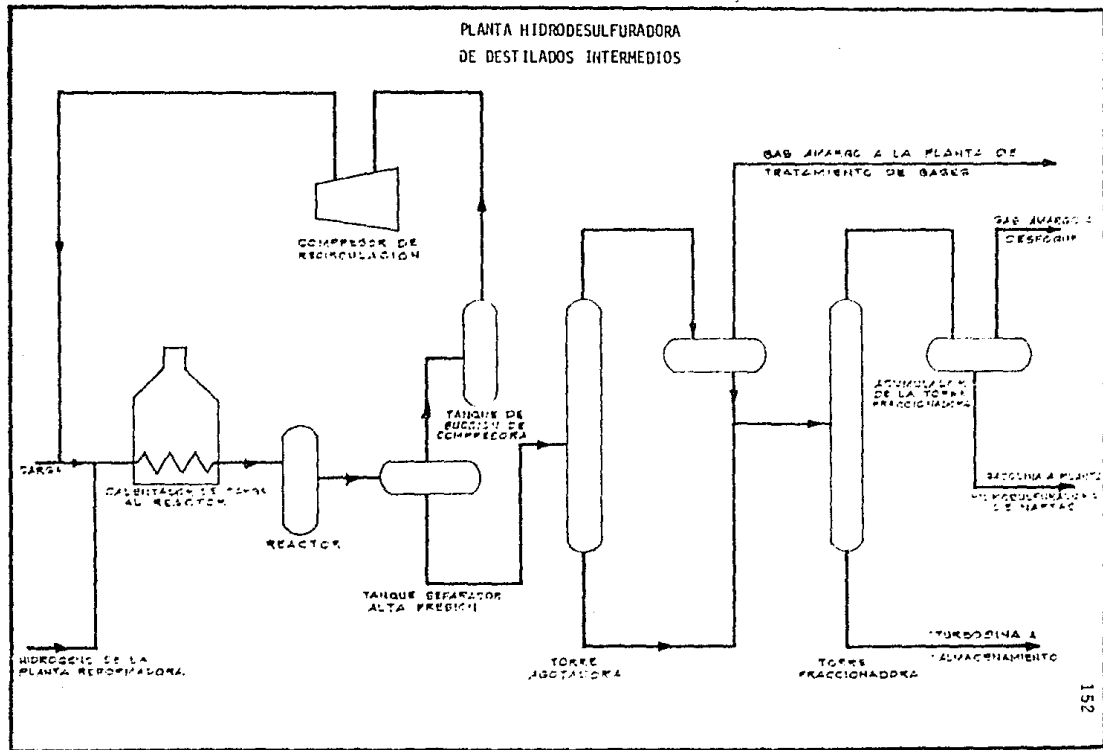


PLANTAS HIDRODESULFURADORAS DE DESTILADOS INTERMEDIOS

OBJETIVO: Tienen la finalidad de eliminar los compuestos de azufre - de la turbosina, kerosina y diesel mediante una reacción catalítica con hidrógeno.

DESCRIPCION DEL PROCESO: La carga de estas plantas proviene de la - planta primaria, que al igual que la hidrodesulfuradora de naftas, - pasa a la zona de reacción, en donde se obtiene por el fondo del se- parador de alta un producto desulfurado sin estabilizar, él es envia- do a la torre agotadora; de esta torre los hidrocarburos pesados ali- mentan a la sección de fraccionamiento, para extraer de ella, por el domo, hidrocarburos ligeros que se envían como carga a la hidrodesul- furadora de gasolina y, por el fondo, el diesel o la kerosina desul- furada.

DIAGRAMA A.7



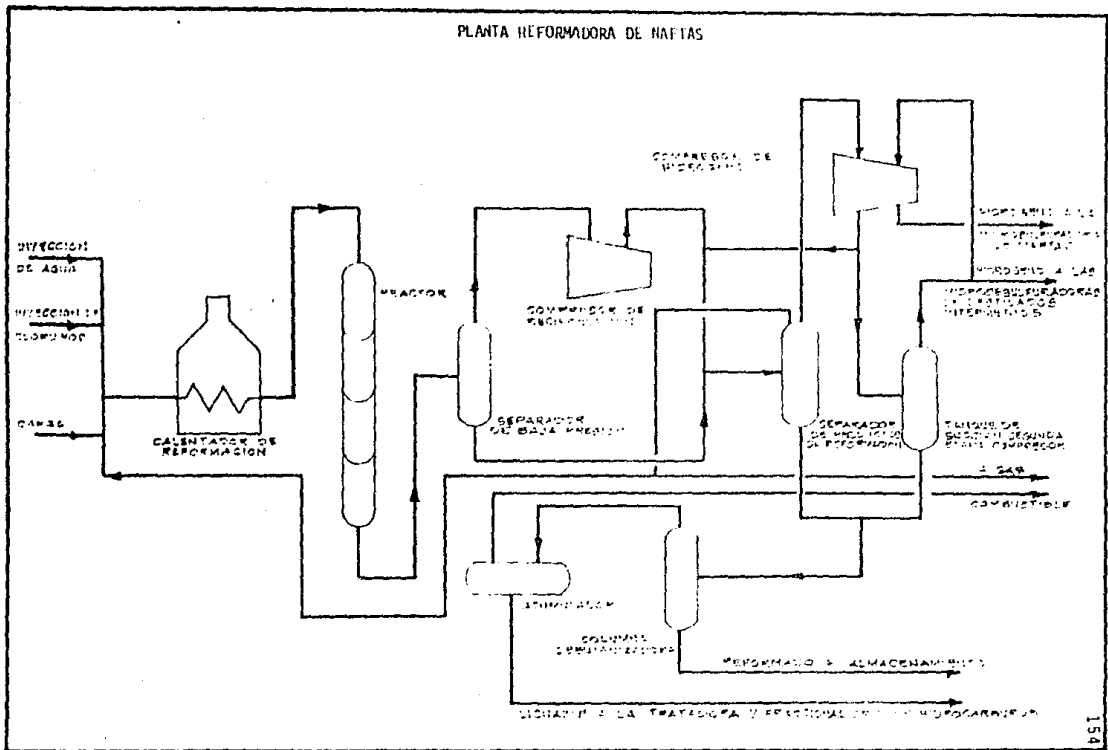
PLANTA REFORMADORA DE NAFTAS

OBJETIVO: Recibe como carga la gasolina desulfurada con el adecuado rango de destilación, para obtener por reformación catalítica a determinada presión y temperatura, en presencia de un catalizador a base de platino, gasolina de alto octano, además de hidrógeno como subproducto.

DESCRIPCION DEL PROCESO: La reacción de reformación se efectúa en reactores en serie, colocados uno sobre otro formando un solo cuerpo. Como la reacción es endotérmica entre reactores se intercalan calentadores que romperán la temperatura al fluido antes de entrar a cada reactor, proporcionando así la energía necesaria para realizar la reacción de reformación. Parte del hidrógeno producido se recircula a los reactores y el resto se alimenta a las plantas hidrodesulfuradoras (en la mayoría de los casos), para ser empleado en la reacción que se lleva a cabo en esas unidades.

El reformado sin estabilizar se envía a la sección de fraccionamiento, donde por el domo se separan los incondensables y licuables, y por el fondo el reformado estabilizado con buen octano, mismo que es transferido a tanques para la preparación de gasolina.

DIAGRAMA A. 8



PLANTA GIRBOTOL PARA
ENDULZAMIENTO DE GAS

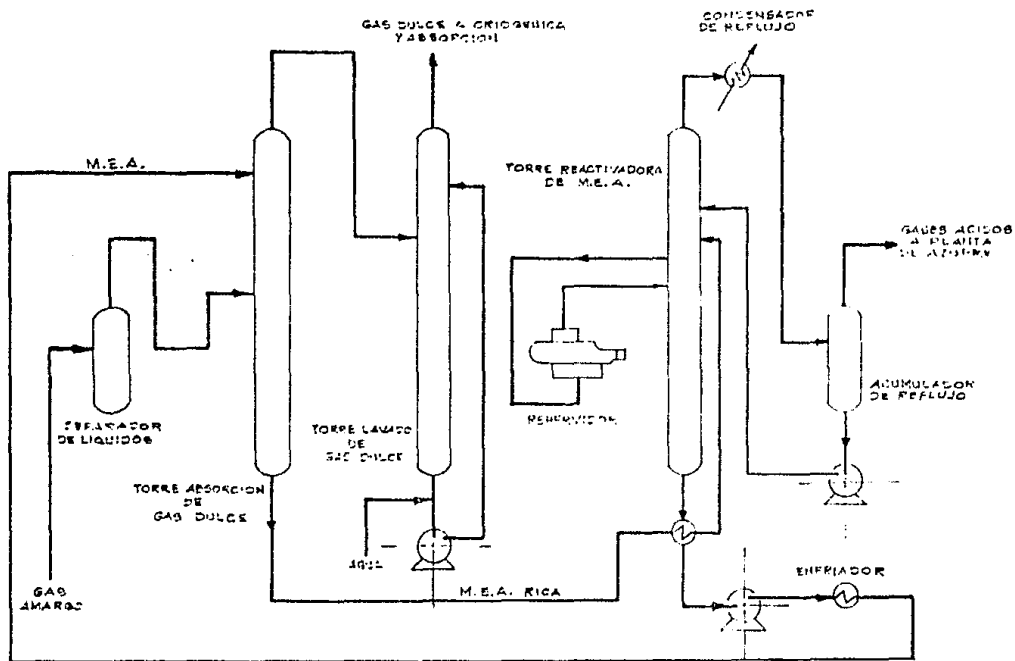
OBJETIVO: Tiene por objeto eliminar del gas el ácido sulfhídrico y -- el bióxido de carbono que contiene, los cuales son corrosivos.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: El gas amargo se hace fluir en forma ascendente en las torres absorbedoras, poniéndose en contacto con una solución de monoetanolamina la cual fluya hacia abajo, absorbiendo los gases ácidos. El gas ya dulce sale por la parte superior y después de un lavado con agua es enviado para un procesamiento posterior o como gas combustible; la solución de monoetanolamina con impurezas ácidas, se calienta y se pasa a la torre reactivadora en donde desprende los gases ácidos, los cuales son enviados para su proceso a la planta de azufre.

La solución de monoetanolamina regresa a las torres absorbedoras donde reinicia el proceso.

DIAGRAMA A.9

PLANTA GIRBOTOL



PLANTA DE AZUFRE

Objetivo: Tiene la finalidad de producir azufre sólido usando como materia prima el ácido sulfhídrico proveniente de la planta endulzadora de gas amargo, o gas ácido proveniente de los tratamientos de amoníaco de la catalítica e hidrosulfuradoras.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: La carga de ácido sulfhídrico es oxidada mediante aire a una temperatura de 1100°C en un horno en donde se obtiene una mezcla de azufre y gases que al ser puestos en contacto en un catalizador de alúmina activada se convierten en azufre elemental. El azufre en fase vapor es condensado por una corriente de azufre líquido y enviado a una fosa de donde se bombea a una banda transportadora para su solidificación.

Usos: El azufre elemental se usa en la fabricación de ácido sulfúrico, en la elaboración de productos farmacéuticos, en la industria huletera y en la elaboración de fertilizantes.

PLANTA DE ALQUILACION

OBJETIVO: El objeto de esta planta es efectuar la síntesis del hidrocarburo isooctano. Esta síntesis se lleva a cabo en presencia de ácido fluorhídrico poniendo en contacto isobutano con butilenos.

DESCRIPCION DEL PROCESO: La reacción de alquilación tiene lugar en los mezcladores a los que entra la carga previamente desecada por contacto sobre bauxita. La reacción se produce en presencia de ácido fluorhídrico anhidro.

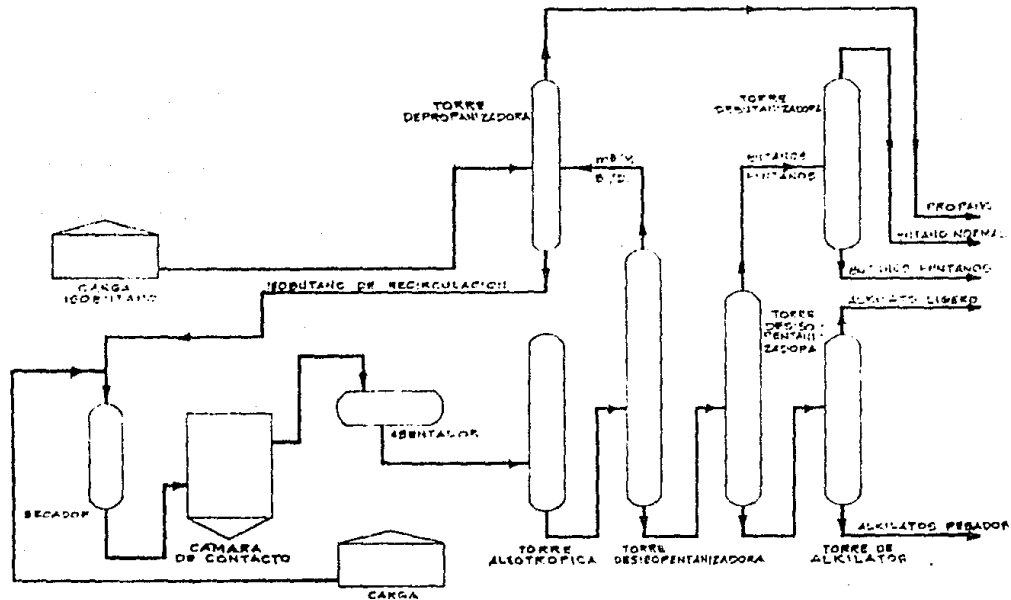
La planta está dividida en dos secciones bien delimitadas: La primera llamada área de ácido, es en la que se encuentra el equipo que maneja el ácido fluorhídrico y la segunda es el área donde se encuentra el equipo de destilación para efectuar la separación y manejo de los hidrocarburos, después de efectuada la reacción y completa eliminación del ácido.

Los hidrocarburos y ácido después de reaccionar en el mezclador se descargan a unos separadores en donde el ácido se asienta, los hidrocarburos se pasan a una columna azeotrópica en donde los últimos residuos de ácido se destilan.

Del fondo de la columna se retiran los hidrocarburos sin ácido y se pasan a tratadores de bauxita cuya función es la de descomponer y fijar fluoruro orgánicos que se producen como una reacción secundaria. De estos tratadores, la corriente de hidrocarburos se pasa a la sección de fraccionamiento, donde se obtienen: Propano, isobutano, mezcla de butanos y pentanos, alquilado ligero o isooctano comercial, constituyente principal de los gasaviones y alquilado pesado, que se usa en mezclas de gasolinas.

DIAGRAMA A.11

PLANTA DE ALQUILACION



A P E N D I C E B

**LISTAS DE CUADROS, TABLAS, GRAFICAS,
FIGURAS Y DIAGRAMAS.**

LISTA DE CUADROS

	Página
1.1 Edad Geológica de las rocas productoras.	12
1.2 Propiedades principales de los crudos.	14
2.3.1 Capacidades nominales de las plantas que son comunes en las refinerías.	46
2.3.2 Principales plantas que son exclusivas de cada refinería.	47
3.1 Capacidad instalada de proceso 1970-1988.	59
3.2 Producción Nacional de Petrolíferos.	64
3.3 Consumo Aparente Nacional de Petrolíferos.	65
4.1 Capacidad de destilación primaria de los principales países.	74
4.2 Evolución de las capacidades de refinación.	76
4.3 Utilización de la capacidad de destilación primaria por país.	78
4.4 Utilización de la capacidad instalada.	79
4.5 Capacidad Instalada de Proceso: 1975-1986.	80
4.6 Estructura de los costos de operación de refinerías, 1987.	81
4.7 Programa de Adquisiciones, 1986. Principales equipos, refacciones y materiales.	83
4.8 Algunos de los principales contratistas y proveedores de material de la industria del petróleo.	86
5.1 El proceso de sustitución de importación y el avance tecnológico en México.	109
5.2 Número de investigadores en 1981.	112
6.1 Crudo procesado por empresa: 1977-1986.	118
6.2 Exportaciones de petrolíferos en relación a la producción por país, 1986.	120
6.3 Distribución regional de la nueva capacidad de refinación, 1987-1990.	125
6.4 Diagnóstico	127

LISTA DE TABLAS

	Página
2.2.1.1 Principales Plantas de Refinación en Operación. Refinería Madero, Tamps.	26
2.2.2.1 Principales Plantas de Refinación en Operación. Refinería Minatitlán, Ver.	27
2.2.3.1 Principales Plantas de Refinación en Operación. Refinería "18 de Marzo" Azcapotzalco, D.F.	29
2.2.4.1 Principales Plantas de Refinación en Operación. Refinería Poza Rica, Ver.	31
2.2.5.1 Principales Plantas de Refinación en Operación. Refinería Salamanca, Gto.	32
2.2.6.1 Principales Plantas de Refinación en Operación. Refinería Reynosa, Tamps.	34
2.2.7.1 Principales Plantas de Refinación en Operación. Refinería Tula, Hgo.	36
2.2.8.1 Principales Plantas de Refinación en Operación. Refinería Cadereyta, N.L.	38
2.2.9.1 Principales Plantas de Refinación en Operación. Refinería Salina Cruz, Oax.	39
2.2.10 Plantas de Refinación en Planeación, Ingeniería o Construcción.	43
3.1 Tipos de crudo alimentado y productos obtenidos por refinería.	50

LISTA DE GRAFICAS

Página

3.1 Rendimiento de los crudos refinados. Maya Pesado.	55
3.2 Rendimiento de los crudos refinados. Sureste.	56
3.3 Producción Nacional de Petrolíferos (Prod. Total)	53
3.4 Producción Nacional de Petrolíferos.	60
3.5 Comportamiento Nacional de Petrolíferos.	62
3.6 Comportamiento Nacional de Petrolíferos (Producción, Consumo y Capacidad).	66
3.7 Consumo de Gasolinas en 1987.	68
3.8 Consumo Nacional de Petrolíferos.	69
6.1 Crudo y líquidos del gas procesado, 1986.	117

LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Refinerías y Zonas de Distribución.	40
4.1 Desintegradora Catalítica Thermoform (T.C.C.)	90
4.2 Típica Unidad antigua de Craqueo Catalítico Tipo Fluido.	91
4.3 Desintegradora Catalítica F.c.c. Modelo IV Esso Research and Engineering Co.	93
4.4 Desintegradora Catalítica F.c.c. Montante Recto U.O.P. Process Div.	95
4.5 Desintegradora Catalítica F.c.c. Orthoflow F M.W. Kellogg, Co.	96
4.6 Modificaciones principales F.c.c. de Madero.	99
4.7 Modificaciones principales T.c.c. de Minatitlán.	101
4.8 Modificaciones principales T.c.c. de Salamanca.	101

LISTA DE DIAGRAMAS

	Página
1.1 Procesos Básicos de la Refinación del Petróleo.	17
1.2 Diagrama de Flujo Amplificado de Refinación.	18
A.1 Diagrama Planta Desaladora y Estabilizadora de Crudo.	140
A.2 Diagrama Planta de Destilación Primaria.	142
A.3 Diagrama Planta Reductora de Viscosidad.	144
A.4 Diagrama Planta Preparadora de Carga (Alto vacío).	145
A.5 Diagrama Planta Catalítica F.c.c.	148
A.6 Diagrama Planta Hidrodesulfuradora de Naftas.	150
A.7 Diagrama Planta Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios.	152
A.8 Diagrama Planta Reformadora de Naftas.	154
A.9 Diagrama Planta Girbotol (Endulzamiento del Gas).	156
A.10 Diagrama Planta de Azufre.	158
A.11 Diagrama Planta de Alquilación.	160

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

L I B R O S

- KIRK RAYMOND.- OTHMER DONALD.
ENCICLOPEDIA DE TECNOLOGIA QUIMICA.
VOL. 5, 8, 15.
EDITL HISPANOAMERICANA.
MEXICO, 1961

- RESULTADOS DE LA ENCUESTA AL SECTOR INDUSTRIAL
SOBRE CONSUMO DE ENERGIA EN 1982.
INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO, SEEPI.
MEXICO, 1986

- CENSO INDUSTRIAL.
SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO.
MEXICO, 1975.

- EXAMEN DE LA SITUACION ECONOMICA DE MEXICO,
SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO.
MEXICO, 1975.

- SUBGERENCIA DE PLANEACION A LARGO PLAZO, PEMEX.
COMUNICACION PERSONAL.
MEXICO, MARZO 1988.

- DIAGNOSTICO DE REFINACION.
DR. RENAN BAEZ CARTELLANO
COMUNICACION PERSONAL.
MEXICO, SEPTIEMBRE 1987.

- PROGRAMA NACIONAL DE ENERGETICOS 1984 - 1988.
PODER EJECUTIVO FEDERAL.
MEXICO, ABRIL 1987.

- MOODY'S
INDUSTRIAL MANUAL 1986.
VOL. I Y II.
DB A COMPANY OF
THE DUN & BRADSTREET CORPORATION.

- INTERNATIONAL PETROLEUM ENCYCLOPEDIA.
BY PENN WELL PUBLISHING Co.
TULSA. OK. 74101.
U.S.A. 1987.

- OIL ECONOMISTS" HANDBOOK 1984.
JENKINS GILBERT.
BRITISH PETROLEUM COMPANY, LONDON, OK.
APPLIEND SCIENCE PUBLISHERS LTD.
LONDON AND NEW YORK.

- WORLD REFINERY INDUSTRY.
NEED FOR RESTRUCTURING.
LAKDASA WIJETILLEKE & ANTHONY J. ODY.
THE WORLD BANK.
WASHINGTON, D.C. U.S.A.

- TECHNICAL DATA BOOK-PETROLEUM REFINING.
AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE.
DIVISION OF REFINING.
SECOND EDITION 1970.
WASHINGTON, D.C. U.S.A.

- REFINERY OPERATIONS.
D. BERGER BILL & ANDERSON KENNETH
VOL. 2.
PENN WELL BOOKS.
TULSA, OK.
U.S.A. 1979.

- EL PETROLEO Y SUS PERSPECTIVAS EN MEXICO.
PROGRAMA UNIVERSITARIO JUSTO SIERRA.
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO 1983.

- MEXICO'S PETROLEUM SECTOR.
PERFORMANCE AND PROSPECTS.
BAKER GEORGE.
PENNE WELL BOOK
TULSA, OKLAHOMA.
U.S.A. 1984.

- OPEC ANNUAL STATISTICAL BULLETIN.
VARIOS AÑOS (1970 - 1986).
BY THE SECRETARIAT
ORGANIZATION OF THE PETROLEUM EXPORTING COUNTRIES.
OBERE DONDUSTRASGE 93. A- 1020 VIENNA, AUSTRIA.

- BP STATISTICAL REVIEW OF WORLD ENERGY.
PUBLISHED BY GOVERNMENTE & PUBLIC AFFAIRS DEPARTAMMENT.
PRINTED IN ENGLAND BY DIX MOTIVE PRESS LTD.

- BOLETIN TECHICV ARPEL (ASISTENCIA RECIPROCA PETROLERA
VARIOS AÑOS (1984 - 87) ESTATAL LATINOAMERICANA)
POR LA SECRETARIA GENERAL
DE ARPEL.
MONTEVIDEO URUGUAY.

- REFINING Y GAS PROCESSING 1987.
WOELD WIDE REFINIG & GAS PROCESSING DIRECTORY
PENN WELL BOOKS.
TULSA, OK. U.S.A.

- REFINERY FLExIBILITY IN THE OECD AREA.
1979 - 1985 - 1990.
BY PETROLEUM ECONOMICS LTD, LONDON.
FOR THE INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, PARIS.
JUNE, 1981.

- LA INDUSTRIA PETROLERA EN MEXICO.
SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO
COORDINACION GENERAL DE LOS SERVICIOS.
NACIONALES DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA
PEMEX.

- EVOLUCION DE LA OFERTA Y DEMANDA DE ENERGETICOS EN 1988.
SUBDIRECCION DE PLANEACION Y COORDINACION, PEMEX
COMUNICACION PERSONAL.
MEXICO, FEBRERO 1988.

- FRANCIS WILFRID.
LOS COMBUSTIBLES Y SU TECNOLOGIA.
EDITORIAL URMO.
ESPAÑA 1969.

- REFINACION DEL PETROLEO.
XX CONVENCION NACIONAL DEL IMIQ.
ACAPULCO - MEXICO, 1980.
MEMORIAS DE LOS TRABAJOS VOL. 2

- MEMORIAS DE LABORES.
1970 - 1987.
PEMEX, MEXICO, 1988.

- ANUARIOS ESTADISTICOS DE PEMEX.
1970 - 1987.
PEMEX, MEXICO, 1988.

- W.R. GRACE & Co.
GUIA DE CRAQUEO CATALITICO.
DAVISON CHEMICAL DIVISION.
BALTIMORE, U.S.A. 1975.

- EL PETROLEO
GERENCIA DE INFORMACION Y RELACIONES PUBLICAS.
PEMEX, MEXICO, 1984.

REVISTAS

- SEVILLA MARIANA
LAS REFINERIAS DEL SISTEMA
NOSOTROS LOS PETROLEROS
No. 49, MAYO, 1984.
PEMEX
- GRANADOS ALCARAZ ALBERTO
EL PETROLEO Y SUS DIFERENCIAS
NOSOTROS LOS PETROLEROS
No. 51, JULIO, 1984
PEMEX
- DEL ANGEL MIGUEL
PLAN DE REPARACIONES INMEDIATAS
NOSOTROS LOS PETROLEROS
No. 54, OCTUBRE, 1984
PEMEX
- CAMACHO JOSE
EL DOCTOR GARCIA SANCHO Y EL TETRAETILO DE PLOMO
NOSOTROS LOS PETROLEROS
No. 57, ENERO, 1985
PEMEX
- SEVILLA MARIANA
ASI CONTINUARON LOS PETROLEROS
NOSOTROS LOS PETROLEROS
No. 59, MARZO, 1985
PEMEX
- LINARES SILVIA
TEHUANTEPEC
NOSOTROS LOS PETROLEROS
No. 61, MAYO, 1985
PEMEX
- RODRIGUEZ MARIA EUGENIA
PEMEX, 47 AÑOS DE HISTORIA
NOSOTROS LOS PETROLEROS
No. 62, JUNIO, 1985
PEMEX

- GALVEZ VENTURA RAFAEL E.
ALCOHOL ISOPROPILICO
NOSOTROS LOS PETROLEROS
No. 88, ENERO, 1988.
PEMEX
- SUPLEMENTO DE LA REVISTA
NOSOTROS LOS PETROLEROS
No. 10, NOVIEMBRE, 1988.
PEMEX
- VAZQUEZ RAMOS ESTHER
AZCAPOTZALCO, ESCAPARATE PETROLERO EN EL D.F.
NOSOTROS LOS PETROLEROS
No. 100, ENE.-FEB. 1989
PEMEX
- ING. ALEMAN S. VICTOR M.
50 AÑOS DE INGENIERIA QUIMICA EN LA
INDUSTRIA PETROLERA MEXICANA
REVISTA DEL IMIQ, A.C.
ENE.-FEB. DE 1989. VOL. 7.
- ING. MANZANILLA SEVILLA FERNANDO
EVOLUCION Y AVANCE EN PROYECTO Y CONSTRUCCION
DE OBRAS EN LA INDUSTRIA PETROLERA MEXICANA
REVISTA DEL IMIQ, A.C.
ENE.-FEB. DE 1989, VOL. 7.
- ING. VAZQUEZ ENRIQUE
LA REFINACION EN PETROLEOS MEXICANOS.
REVISTA DEL IMIQ, A.C.
ENE.-FEB. DE 1989. VOL. 7.
- ING. RENTERIA SOTO JOSE
EVALUACION DE CATALIZADOR PARA REFORMACION
DE NAFTA.
REVISTA DEL IMIQ, A.C.
ENE.-FEB. DE 1989. VOL. 7.
- ING. GARCIA LUNA JOSE LUIS
LOGROS Y PERSPECTIVAS EN LA INTEGRACION
DE TECNOLOGIA EN LA INDUSTRIA PETROLERA MEXICANA.
REVISTA DEL IMIQ, A.C.
ENE.-FEB. DE 1989. VOL. 7.

- ING. CUELLAR MATA JORGE FRANCISCO
NUEVO ESQUEMA DE PROCESO PARA TRATAMIENTO
DE COMBUSTOLEO.
REVISTA DEL IMIQ, A.C.
ENE.-FEB. DE 1989. VOL. 7.
- ING. HEREDIA VELOZ AGUSTIN
50 AÑOS DE EVOLUCION DE LAS GASOLINAS
AUTOMOTRICES EN MEXICO.
REVISTA DEL IMIQ, A.C.
MAY.-JUN. DE 1989. VOL. 9.
- AVILA NORMA
PRINCIPAL FUENTE PROVEEDORA DE ENERGIA,
LOS HIDROCARBUROS.
ICYT INFORMACION CIENTIFICA Y TECNOLOGICA
NOVIEMBRE DE 1988, VOL. 10 NUM. 146
CONACYT, MEXICO.
- LADISLADO ULISES
PETROLEO Y GEOPOLITICA. EL ESPEJISMO
DEL DESARROLLO.
ICYT INFORMACION CIENTIFICA Y TECNOLOGICA
NOVIEMBRE DE 1988, VOL. 10 NUM. 146.
CONACYT, MEXICO.
- CABALLERO MARIO
LOS PRECIOS DEL PETROLEO: EQUILIBRIO
SOBRE ALFILERES.
ICYT INFORMACION CIENTIFICA Y TECNOLOGICA.
NOVIEMBRE DE 1988, VOL. 10 NUM. 146.
CONACYT, MEXICO.
- OPPENHEIMER ANDRES
EL CASO PDVSA
REVISTA AMERICA ECONOMIA
No. 22 SECCION NEGOCIOS
MEXICO, 1988.
- CASTILLO PESADO ENRIQUE
LA REFINERIA MIGUEL HIDALGO Y EL ESFUERZO
CONTRA LA CONTAMINACION.
REVISTA MUNDO EJECUTIVO
NUM. 119, MARZO
MEXICO, 1989.